

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**Rıza SOYPAK**

**KUTLUDÜĞÜN (ANKARA) DOLAYININ STRATİGRAFİSİ VE  
KİREÇTAŞLARININ MALZEME OLARAK  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA-2020**

ÖZ

DOKTORA TEZİ

**KUTLUDÜĞÜN (ANKARA) DOLAYININ STRATİGRAFİSİ VE  
KİREÇTAŞLARININ MALZEME OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

Rıza SOYPAK

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Hasan ÇETİN  
Yıl: 2020, Sayfa:218  
Juri : Prof. Dr. Hasan ÇETİN  
: Prof. Dr. A. Mahmut KILIÇ  
: Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN  
: Prof. Dr. Kıvanç ZORLU ARAS  
: Doç. Dr. Ali KAYABAŞI

Bu çalışma ile Ankara iline yaklaşık 25 km uzaklıkta olan Kutludüğün bölgesindeki birimlerin stratigrafik, petrografik, sedimantolojik özellikleri ve arazide gözlemlenen kireçtaşlarının malzeme olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Bu kapsamda saha ve laboratuvar çalışma programları hazırlanmış ve uygulanmıştır. Kutludüğün ve çevresinin 1/25000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası ve genelleştirilmiş stratigrafik kesit hazırlanmıştır. Çalışma alanında ayırt edilen tüm litostratigrafik birimlerin sedimanter, petrografik ve kimyasal özellikleri incelenmiş olup, özellikle kireçtaşlarının petrografik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agrega üretimine etkisi irdelenmiştir.

Çalışma alanındaki kireçtaşlarından üretilen agregalar üzerinde mühendislik deneyleri yapılmış olup, bulunan deney sonuçları TS, TS 706 EN 12620 ve BS 812 standartlarındaki beton agrega değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Üretilen agregalar üzerinde yapılan mühendislik deney sonuçlarına göre, agregalar kaliteli beton üretiminde kullanılabilir özelliktedir. Mentaş taş ocağı dışında, diğer taş ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan su emme deney sonuçları %1'in altında bulunmuştur. Agregalar üzerinde yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları % 3'ün üstünde, diğer mühendislik deney sonuçları istenilen standart aralığında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Agrega, Kutludüğün, Mühendislik, Petrografi, Stratigrafi,

## ABSTRACT

### PhD. THESIS

# STRATIGRAPHY AND INVESTIGATION OF USABILITY OF LIMESTONES' AS MATERIALS AT KUTLUDÜĞÜN AND AROUND

Riza SOYPAK

UNIVERSITY OF ÇUKUROVA  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Year: 2020, Page:218

Jury : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

: Prof. Dr. A. Mahmut KILIÇ

: Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN

: Prof. Dr. Kıvanç ZORLU ARAS

: Assoc. Prof. Dr. Ali KAYABAŞI

In this study, stratigraphic, petrographic, sedimentological features of the units in the Kutludüğün region which is approximately 25 kilometers away from Ankara province and the usability of the observed limestones in the field were investigated. In this context, field and laboratory study programs have been scheduled and applied.

In this context, field and laboratory study programs were prepared and implemented. 1/25000 scaled detailed geological map and generalized stratigraphic sections of Kutludüğün and its environment have been prepared. The sedimentary, petrographic and chemical properties of all lithostratigraphic units, which are distinguished in the study area, have been investigated and the effects of petrographic, physical and chemical properties of limestone on aggregate production have been examined.

The engineering tests were performed on the aggregates produced from the limestones in the study area and the test results were compared with the concrete aggregate values of TS, TS 706 EN 12620 and BS 812 standards.

According to the results of engineering tests on the produced aggregates, the aggregates have the specifications that can be used in the production of high quality concrete. Except the Mentaş quarry, the water absorption value of the samples taken from stone quarry shows that the ratio is below 1%. Very fine material content determination on concrete aggregates test results on the aggregates were found to be higher than 3% and other engineering test results were in the desired standard range.

**Key words:**Aggregate, Engineering, Kutludüğün, Petrography, Stratigraphy

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çalışma alanı, Ankara iline yaklaşık 25 km uzaklıkta olup 1/25.000 ölçekli Kırşehir İ30a1 ve İ30a4 paftasında bulunmaktadır. Çalışmanın amacı; bölgenin yüzeylenen birimlerini ve stratigrafisini tanımlamak, arazide bulunan kireçtaşlarının agrega olarak kullanılabilirliğini araştırmak ve mevcut olan taş ocaklarında üretilen agregaların kalitesini belirlemektir.

Arazi, laboratuvar çalışmaları ve değerlendirmeler ile çalışmanın sonuçları, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Arazide izlenen birimler tabandan tavana doğru sırasıyla; Erken-Geç Triyas yaşlı Emir formasyonu, Erken-Geç Triyas yaşlı Elmadağ formasyonu, Orta-Geç Triyas yaşlı Ortaköy formasyonu ve Ortaköy formasyonu içindeki Permien yaşlı İmrahor kireçtaşı üyesi, Permien yaşlı kırıntılı bloklar, Permien yaşlı kireçtaşı blokları, Geç Triyas yaşlı Keçikaya formasyonu ve Üst Jura-Erken Kretase yaşlı Akbayır formasyonu olarak belirlenmiştir. Jura-Kretase yaşlı gabro, çalışma alanında çok az izlenmiştir. Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonu ve mil, kum ve çakıldan oluşan alüvyonlar en genç çökelleri oluşturmaktadır.

İnceleme alanının en yaşlı birimi olan Emir formasyonunun tabanı sahada izlenememiş, tavanının ise Elmadağ formasyonuna geçişli ve metamorfizma etkisinin belirgin olduğu gözlenmiştir. Elmadağ formasyonunda ise, tabandan tavana doğru metamorfizma etkisinin azaldığı tespit edilmiştir.

Sahadaki Keçikaya formasyonunda kireçtaşları genellikle kompakt, mikritik, ince taneli, yer yer fosilli ve ikincil kalsit damarları barındırmakta ve kireçtaşlarında stilolitik yol boyları belirgin olup genellikle demirli-killi maddeler ile doludur.

Araziden toplanan örneklerin Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit atölyesinde ince kesitleri hazırlanmış ve örnekler üzerinde jeokimya laboratuvarında kimyasal analizler yapılmıştır.

İnceleme alanındaki Keçikaya formasyonunda açılmış olan Kutlutaş, Mentaş, Hurkan, Alkar, Oyak taş ocakları ile Ortaköy formasyonunda açılan Onpo ve Permien yaşlı kireçtaşı bloklarında açılan Yibitaş taş ocaklarından numuneler alınmış ve bu numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği ve Polat Beton laboratuvarlarında mühendislik deneyleri yapılmıştır.

Ocaklardan alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde; birer adet elek analizi, ince/iri agrega tane yoğunluğu ve su emme, gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi, şekil indisi tayini, yassılık yüzdesi ve indeksi, beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini, metilen mavisi deneyleri ile agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler/parçalanma direncinin tayini için bir metot olan Los Angeles deneyinden ikişer adet yapılmıştır. Ayrıca, arazide bulunan kireçtaşları üzerinde dört ayrı bölgede Schmidt çekici deneyleri yapılmıştır. Her taş ocağından alınan numuneler üzerinde en az iki adet mühendislik deneyi yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

Kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonucunda MgO miktarı %3.7 ile en yüksek Hurkan taş ocağında bulunmuş ve az da olsa kireçtaşlarında dolomit varlığı tespit edilmiştir.

Taş ocaklarından alınan her boyuttaki numuneler üzerinde yapılan gevşek yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki fark 0–5  $\text{kg}/\text{m}^3$  ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki fark 0–4  $\text{kg}/\text{m}^3$  arasında bulunmuştur. Bu durumda, TS 3529'a göre gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki farkın 5  $\text{kg}/\text{m}^3$  fazla olmaması gerektiği de değerlendirmelerde göz önünde tutulmuştur.

Gevşek yığın yoğunluğu deney sonuçlarına göre hesaplanan boşluk yüzdesi %30.8 ile %47 ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçlarına göre hesaplanan boşluk yüzdesi ise %23 ile %44 aralığında bulunmuştur.

İnce agrega üzerinde yapılan deneylerde, su emme oranı %0.38 ile %1.43 ve iri agrega üzerinde yapılan deneylerde de su emme oranı %0.18 ile %0.70 arasında bulunmuştur. BS 8007'ye göre, ince ve iri agregada su emme oranı üst sınırı %3 olduğundan, ince ve iri agrega üzerinde yapılan su emme oranı deney sonuçları %2'nin altında olduğundan agreganın iyi beton üretiminde kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Çalışma alanında bulunan Mentaş taş Ocağı dışındaki taş ocaklarından alınan numune üzerinde yapılan su emme oranı deney sonuçları %1'in altında olduğundan, bu ocak dışındaki agregaların TS 706 EN 12620'e göre dona dayanıklı olduğu kabul edilmiştir.

Alınan numuneler üzerinde yapılan şekil indisi deney sonuçlarının ortalaması %9.45 ile %30.2 arasında olduğundan kusurlu tanelerin beton pompasına zarar vermeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Her ocaktan her numune boyutunda yapılan deney de yassılık indeksi %7.8 ile %13.75 arasında olduğundan tane yüzey alanının düşük olduğu değerlendirilmiştir.

İnce agregada yapılan deneylerde çok ince malzeme miktarı %11.68 ve %37.37 arasında olduğundan, metilen mavisi deneyi gerekmekte olup iri agregada yapılan deneylerde çok ince malzeme miktarı %0 ve %0.97 arasında olduğundan metilen mavisi deneyinin gerekmediği sonucuna varılmıştır. İnce agrega üzerinde yapılan çok ince malzeme deneylerinde miktar yüzdesi tüm taş ocaklarında yüksek olduğundan beton üretiminde çimento/su oranını olumsuz yönde etkileyeceği görülmüştür.

Tüm ocaklardan alınan numuneler üzerinde yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçları %4.5 ile %8.29 arasında bulunmuştur. Don kaybı %18 ve su emme oranı %3'ün altında olduğundan

betonda hacim genişlemesine bağlı olarak çatlaklar ve parçalanmalar meydana gelmeyeceği sonucu çıkarılmıştır.

Taş ocaklarından alınan numune üzerinde, agregaların parçalanma direncinin tayini için yapılan Los Angeles deney sonuçlarının ortalaması %14.15 ile %24.05 arasında olduğundan tane dayanımı yüksek olarak bulunmuştur.

Keçikaya Formasyonundaki kireçtaşlarının dayanımı 1.bölgede Orta, sınıfı C ve 2. bölgede dayanımı Düşük, sınıfı D ve Ortaköy Formasyonundaki kireçtaşları ve Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarının dayanımı Düşük, sınıfı D olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma alanındaki Kutludüğün bölgesinde bulunan (Keçikaya formasyonu, Ortaköy formasyonu ve Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları içindeki kireçtaşı blokları) kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı agrega üretiminde kullanımının uygun olacağı ve bu malzemelerin varlığının Ankara kenti gelişimine katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana **‘Kutludüğün (Ankara) Dolayının Stratigrafisi ve Kireçtaşlarının Malzeme Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması’** konulu doktora tezini veren yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren, karbonatlı kayaç ince kesit tanıtlarını yapan danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Cengiz YETİŞ ve Sayın Prof. Dr. Hasan Çetin’e teşekkür ederim.

Doktora Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. A. Mahmut KILIÇ ve Sayın Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN’e tez çalışmasının tüm aşamalarında yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım esnasında bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan ÇÜ Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı’na, çalışmalarım maddi destek sağlayan ÇÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne (Proje no: MMF2009D4) içten teşekkürlerimi sunarım.

Bir dönem Tez İzleme Komitesi Üyesi olan Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ ve Sayın Dr. Öğretim Üyesi Nil YAPICI’ye; ince kesit tanıtlamalarında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Fatih KARAOĞLAN, doktora tezimde gerekli düzeltme ve önerileri yapan Dr. Fuat ŞAROĞLU’na ve teşekkür ederim.

Ayrıca Tez çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Emre PINARCI, Jeoloji Yüksek Mühendisi Ayşe GÜLER, Jeoloji Mühendisi Müslüm ASLAN ve Petrol Mühendisi Fakir ŞAHİN’e; Mentaş, Kutlutaş, Hurkan, Alkar, Oyak, Onpo ve Yibitaş taş ocakları personeline yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Jeoloji Mühendisi Geysu SÖNMEZ’e ve Jeoloji Mühendisi Oğuz TÜFENKÇİ’ ye; arazide fotoğraf çekimlerinde yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Seçkin AŞICI ve Jeoloji Mühendisi / Fotoğraf Sanatçısı Kenan SEVEN’e ayrıca teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET .....	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER .....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XVIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XXVI
1. GİRİŞ .....	1
2. COĞRAFYA VE ULAŞIM.....	9
2.1. Coğrafya.....	9
2.2. Ulaşım.....	10
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	11
4. MATERYAL VE METOT .....	15
4.1. Materyal.....	15
4.2. Metot.....	15
4.2.1. Saha Öncesi Çalışmalar.....	15
4.2.2. Saha Çalışmaları.....	16
4.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	16
4.2.3.1. Elek Analizi.....	17
4.2.3.1.(1). Deney Numunesinin Hazırlanması: .....	17
4.2.3.1.(2). Deneyin Yapılması .....	17
4.2.3.2. Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi.....	18
4.2.3.3. Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi.....	18
4.2.3.4. İnce Agregata Tane Yoğunluğu ve Su Emme .....	19
4.2.3.4.(1). İnce Agregata (0–4mm) Boyutundaki Numune İçin Deneyin Yapılması.....	19

4.2.3.5. İri Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme .....	20
4.2.3.5. (1). Deneyin Yapılışı .....	20
4.2.3.6. Şekil İndeksi Deneyinin Yapılışı.....	21
4.2.3.7. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi Deneyinin Yapılışı.....	22
4.2.3.8. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini .22	
4.2.3.8. (1). Deneyin Yapılması: .....	22
4.2.3.9. Metilen Mavisini Deneyi.....	23
4.2.3.9. (1). Çözeltinin Hazırlanması.....	23
4.2.3.9 (2). Leke Deneyi.....	24
4.2.3.10. Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini.....	24
4.2.3.10.(1). Çözeltinin Hazırlanması: .....	25
4.2.3.10.(2). Numunenin Hazırlanışı .....	25
4.2.3.10.(3). Deneyin Yapılışı: .....	25
4.2.3.11. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/ Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar (Los Angeles) Deneyinin Yapılışı .....	26
4.2.4. Schmidt Çekici Deneyinin Yapılması .....	27
4.2.5. Büro Çalışması ve Tez Yazımı.....	27
5. STRATİGRAFİ.....	29
5.1. Ankara Grubu (Erken–Orta–Geç Triyas).....	29
5.1.1. Emir Formasyonu (Erken Triyas).....	31
5.1.1.1. Örneklerin Gözlemsel İncelemesi .....	34
5.1.1.2. Örneklerin Mikroskobik İncelemesi.....	34
5.1.2. Elmadağ formasyonu (Erken–Orta–Geç Triyas).....	36
5.1.2.1. Örneklerin Gözlemsel İncelemesi .....	39
5.1.2.2. Örneklerin Mikroskobik İncelemesi.....	39
5.1.3. Ortaköy formasyonu (Orta–Geç Triyas) .....	42
5.1.3.1. Örneklerin Gözlemsel İncelemesi .....	43
5.1.3.2. Örneklerin Mikroskobik İncelemesi.....	44

5.1.3.3. İmrahor Kireçtaşı Üyesi (Orta–Geç Triyas).....	47
5.1.4. Keçikaya formasyonu (Orta–Geç Triyas) .....	47
5.1.4.1. Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi .....	49
5.1.4.2. Örneklerin Mikroskobik İncelenmesi.....	52
5.1.5. Ankara Grubu İçindeki Bloklar .....	65
5.1.5.1. Permiyen Yaşlı Kırıntılı Bloklar .....	65
5.1.5.1.(1). Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi .....	65
5.1.5.1.(2). Örneklerin Mikroskobik İncelenmesi .....	65
5.1.5.2. Permiyen Yaşlı Kireçtaşı Blokları.....	66
5.1.5.2.(1). Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi.....	66
5.1.5.2.(2). Örneklerin Mikroskobik İncelenmesi .....	68
5.2. Akbayır formasyonu ( Üst Jura–Erken Kretase).....	78
5.2.1. Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi .....	79
5.2.2. Örneklerin Mikroskobik İncelenmesi.....	79
5.3. Gabro (Jura–Kretase).....	82
5.3.1. Örneğin Gözlemsel İncelenmesi .....	82
5.3.2. Örneğin Mikroskobik İncelenmesi.....	82
5.4. Gölbaşı formasyonu (Pliyosen).....	83
5.4.1. Örneğin Gözlemsel İncelenmesi .....	83
5.4.2. Örneğin Mikroskobik İncelenmesi .....	84
5.5. Alüvyon ( Güncel) .....	85
<b>6. AGREGALARIN KİMYASAL, FİZİKSEL VE MÜHENDİSLİK</b>	
<b>ÖZELLİKLERİ.....</b>	<b>87</b>
6.1. Tanımlamalar .....	89
6.2. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Kimyasal Analiz Değerlerine Göre Sınıflanması .....	97
6.3. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları.....	100
6.3.1. Elek Analizi.....	101

6.3.2. Agrega Gevşek/Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi.....	104
6.3.3. İnce/İri Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı .....	106
6.3.4. Şekil İndisi Tayini .....	111
6.3.5. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi .....	113
6.3.6. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini .....	114
6.3.7. Metilen Mavisi Deneyi.....	116
6.3.8. Donmaya Ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini.....	118
6.3.9. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metot (Los Angeles Deneyi) .....	120
6.3.10. Schmidt Çekici Deneyi.....	122
6.3.11. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocaklarında Yapılan Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	125
6.4. Onpo Taş Ocağı .....	127
6.4.1. Elek Analizi .....	127
6.4.2. Agrega Gevşek/Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi .....	129
6.4.4. İri/İnce Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı.....	130
6.4.4. Şekil İndisi Tayini.....	131
6.4.5. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi.....	132
6.4.6. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini .....	133
6.4.7. Metilen Mavisi Deneyi .....	134
6.4.8. Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi .....	135
6.4.9. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metot (Los Angeles Deneyi).....	136
6.4.10. Schmidt Çekici Deneyi .....	136
6.4.11. Onpo Taş Ocağında Yapılan Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	138
6.5. Yibitaş Taş Ocağı.....	139

6.5.1. Elek Analizi .....	139
6.5.2. Agregada Gevşek/Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi .....	141
6.5.3. İri/İnce Agregada Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı .....	142
6.5.4. Şekil İndisi Tayini .....	144
6.5.5. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi .....	145
6.5.6. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini .....	145
6.5.7. Metilen Mavisi Deneyi .....	146
6.5.8. Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi .....	147
6.5.9. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/ Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metot (Los Angeles Deneyi) ..	148
6.5.10. Schmidt Çekici Deneyi.....	149
6.5.11. Yibitaş Taş Ocağında Yapılan Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	150
7. TAŞ OCAKLARINDA ALINAN NUMUNELER ÜZERİNDE YAPILAN DENEY SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI .....	153
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	161
KAYNAKLAR .....	167
ÖZGEÇMİŞ .....	175
EKLER.....	176



## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 6.1. Agreganın Ulusal Ve Uluslararası Standartlar.....	89
Çizelge 6.2. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Agregada Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları.....	105
Çizelge 6.3. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Agregada Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları.....	106
Çizelge 6.4. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 0-4 mm Agregada Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları.....	108
Çizelge 6.5. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 4 –12 mm Agregada Tane Yoğunluğu Ve Su Emme Deney Sonuçları.....	109
Çizelge 6.6. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 12–22 mm Agregada Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları.....	110
Çizelge 6.7. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 4–12 mm ve 12–22 mm Şekil İndeksi Deney Sonuçları.....	112
Çizelge 6.8. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 4–12 mm ve 12–22 mm Yassılık Yüzdesi ve İndeksi Deney Sonuçları.....	113
Çizelge 6.9. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Deney Sonuçları.....	115
Çizelge 6.10. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Metilen Mavisi Deney Sonuçları.....	117
Çizelge 6.11. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deney Sonuçları.....	119
Çizelge 6.12. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Los Angeles Deneyi Sonuçları.....	121
Çizelge 6.13. Keçikaya Formasyonu Üzerinde Yapılan Schmidt Çekici Deneylerinin Sonuç Değerleri.....	123

Çizelge 6.14. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımları (Deere ve Miller,1966).....	123
Çizelge 6.15. Onpo Taş Ocağı Agregata Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları.....	129
Çizelge 6.16. Onpo Taş Ocağı Agregata Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları.....	130
Çizelge 6.17. Onpo Taş Ocağı 0–4 mm Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları.....	130
Çizelge 6.18. Onpo Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları.....	131
Çizelge 6.19. Onpo Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Şekil İndisi Tayini Deney Sonuçları.....	132
Çizelge 6.20. Onpo Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Yassılık İndeksi Deney Sonuçları.....	133
Çizelge 6.21. Onpo Taş Ocağından Alınan Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini Deney Sonuçları.....	134
Çizelge 6.22. Onpo Taş Ocağı Metilen Mavisini Deneyi Sonuçları.....	135
Çizelge 6.23. Onpo Taş Ocağı Donmaya Ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi Sonuçları.....	135
Çizelge 6.24. Onpo Taş Ocağı Los Angeles Deneyi Sonuçları .....	136
Çizelge 6.25. Ortaköy Formasyonundaki Kireçtaşları Üzerine Yapılan Schmidt Çekici Deneylerinin Sonuç Değerleri.....	137
Çizelge 6.26. Yibitaş Taş Ocağı Agregata Gevşek Yığın Yoğunluğu Ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları .....	142
Çizelge 6.27. Yibitaş Taş Ocağı Agregata Sıkışık Yığın Yoğunluğu Ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları .....	142
Çizelge 6.28. Yibitaş Taş Ocağı 0–4 mm Agregata Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları .....	143
Çizelge 6.29. Yibitaş Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Agregata Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları .....	143



Çizelge 6.30. Yibitaş Taş Ocağı 12 mm ve 12-22 mm Şekil İndisi Tayini Deney Sonuçları.....	144
Çizelge 6.31. Yibitaş Taş Ocağı 12 mm ve 12-22 mm Yassılık İndeksi Deney Sonuçları.....	145
Çizelge 6.32. Yibitaş Taş Ocağı Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini Deney Sonuçları .....	146
Çizelge 6.33. Yibitaş Taş Ocağı Metilen Mavisi Deney Sonuçları .....	147
Çizelge 6.34. Yibitaş Taş Ocağı Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deney sonuçları .....	148
Çizelge 6.35. Yibitaş Taş Ocağı Los Angeles Deneyi Sonuçları.....	148
Çizelge 6.36. Permiyen Yaşlı Kireçtaşı Blokları Üzerinde Yapılan Schmidt Çekici Deneylerinin Sonuç Değerleri .....	150
Çizelge:7.1. Deney Sonuçlarının Kurum Şartnameleri İle Karşılaştırılması .....	158
Çizelge:7.2. Agrega Tanımlaması (Yılmaz ve ark. 2003).....	159



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 1.1.	Çalışma alanı ve yakın çevresini gösteren uydu görüntüsü.....	7
Şekil 5.1.	İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafi Kesiti (Akyürek ve ark,1984' den Değiştirilerek).....	32
Şekil 5.2.	Emir formasyonundan alt seviyelerinden genel görünüm.....	33
Şekil 5.3.	Emir formasyonundan üst seviyelerinden bir görünüm .....	33
Şekil 5.4.	Emir formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Metakumtaşı (kuvars vake) erime ile genişletilmiş gözenek alanları kalsit, ferroan ve dolomit dolgulu. OI. 40X .....	36
Şekil 5.5.	Elmadağ formasyonundaki yumru yapısı.....	37
Şekil 5.6.	Elmadağ formasyonundaki renk değişimleri.....	37
Şekil 5.7.	Elmadağ formasyonundaki renk değişimi .....	38
Şekil 5.8.	Elmadağ formasyonu içindeki kireçtaşı blokları (Trel: Elmadağ Formasyonu, Trk: Keçikaya formasyonu).....	38
Şekil 5.9.	Elmadağ formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. İnce kumlu silttaşı (küt köşeli, kuvars taneli, kil dolgulu). PI. 40X.....	40
Şekil 5.10.	Elmadağ formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kumtaşı–kuvars vake (az yuvarlaklı, irili ufaklı kuvars taneli). PI. 40X.....	40
Şekil 5.11.	Elmadağ formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kumtaşı- kuvars vake, (matriksi killi siltli malzeme). OI. 40X.....	41
Şekil 5.12.	Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağından bir görünüm .....	43
Şekil 5.13.	Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Çok seyrek fosilli mikritik kireçtaşında fosil zırları mikritik yapılaşlı olup içleri ince–orta sparikalsit dolgulu. OI.40X .....	45

- Şekil 5.14. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli intrasparit), tanelerin etrafı demirli –killi maddeler ile kahverengiye boyanmış. OI.40X ..... 45
- Şekil 5.15. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli mikrit) belirgin ikizlenmeli, stilotilikli yol boyları demirli–killi madde dolgulu. OI. 40X ..... 46
- Şekil 5.16. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. .... 46
- Şekil 5.17. Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşlarında bulunan ince kalsit Damarları..... 48
- Şekil 5.18. Keçikaya formasyonu ile Elmadağ formasyonu sınırı (Trk: Keçikaya formasyonu, Trel: Elmadağ formasyonu)..... 49
- Şekil 5.19. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli, intramikrit) ince kaba belirgin ikizlenmeli sparit kalsit dolgulu, bilinmedik fosiller. OI. 40X ..... 52
- Şekil 5.20. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli, intramikrit) % 1–2 yan yana zonlu, dolomit kristalli. OI. 40X ..... 53
- Şekil 5.21. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (çok seyrek dolomitli intraklaslı sparit) iri intraklastlar içinde oolit, intraklast, biyoklast taneleri olağan, orta kalın damarlar iri sparikalsit dolgulu. OI. 40X ..... 54
- Şekil 5.22. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli intrasparit) orta–iri sparikalsit dolgulu, bilinmedik fosiller. OI. 40X ..... 54

Şekil 5.23.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (mikrit) ince–orta kırıklar, ince orta sparikalsit dolgulu, seyrek slitolilit yol boyları demirli–killi madde dolgulu. PI. 40X.....	55
Şekil 5.24.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) mikritik yapılaşlı kayaçta biyoklastlar % 7 kadar, seyrek ince–orta kırıklar, ince–orta sparikalsit dolgulu. OI. 40X .....	56
Şekil 5.25.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek fosilli mikrit) farklı 2 evrede gelişmiş ince–kalın kırıklar, orta–kaba sparikalsit dolgulu, stilolitik yol boyları demirli–killi madde kaplı. OI. 40X.....	57
Şekil 5.26.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kayaç stilolitik olup stilolit yol boyları demirli–killi malzeme dolgulu. OI 40X .....	58
Şekil 5.27.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (mikrit/mikrosparit) stilolit yol boyları demirli–killi malzeme dolgulu. OI. 40X .....	59
Şekil 5.28.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü.Kireçtaşı (mikrit/mikrosparit) belirgin ikizlenmeli, iri spasikalsit dolgulu. PI. 40X.....	59
Şekil 5.29.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek fosilli intrasparit) kayaçta seyrek bilinmedik fosillerden oluşan % 4 oranında biyoklastlar ile sparitik zeminde yer yer tane destekli. OI. 40X .....	60
Şekil 5.30.	Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek fosilli intrasparit) stilolit ve yoğun stilolit dolguları. OI.40X .....	61

Şekil 5.31. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (seyrek fosilli dolomitli kireçtaşı) mikritik zeminde % 5 kadar biyoklast ile % 3 kadar intraklast. OI. 40X.....	62
Şekil 5.32. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli intrasparit) biyoklastlar mikritik zırlı olup içleri orta sparikalsit dolgulu. OI. 40X.....	63
Şekil 5.33. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (intrasparit) ince–orta kırıklar seyrek olup ince–orta sparit dolgulu. OI. 40X.....	63
Şekil 5.34. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (kumlu intrasparit) stilolit oluşumu yoğun, içleri kalın kuşaklar halinde kuvars, demirli malzeme ile doldurulmuş ve koyu kahverengiye boyanmış. OI. 40X.....	64
Şekil 5.35. Permien yaşlı kireçtaşı blokları .....	67
Şekil 5.36. Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşında (seyrek dolomitli intrasparit) stilolitik yol boyları demirli–killi maddeler ile dolu. OI.40X.....	69
Şekil 5.37. Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (çok seyrek dolomitli mikrit) belirgin ikizlenmeli, orta sparikalsit dolgulu. OI. 40X.....	70
Şekil 5.38. Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı ( seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) allokemler sparitik zeminde tane destekli. OI. 40X .....	71
Şekil 5.39. Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) orta–iri sparitik dolgulu. PI. 40X.....	71

- Şekil 5.40. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) stilolitik yol boyları demirli–killi malzeme dolgulu. OI. 40X..... 72
- Şekil 5.41. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, algli biyomitrik) irispari kalsit dolgulu, stilolit içi demirli–killi malzeme dolgulu. OI. 40X..... 72
- Şekil 5.42. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Fosilli kireçtaşı (dolomitli biyosparit) iri lameli branş kavkısı, bilinmedik fosil kavkılı OI. 40X ..... 73
- Şekil 5.43. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Fosilli kireçtaşı (dolomitli biyosparit) orta kırıklar, orta sparikalsit dolgulu. PI. 40X..... 73
- Şekil 5.44. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli, mikrit) belirgin ikizlenmeli sparikalsit dolgulu. OI. 40X..... 74
- Şekil 5.45. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) seyrek fosiller, mikritik yapılaşlı intraklastlar mikritik zeminde matriks destekli. OI. 40X..... 75
- Şekil 5.46. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) orta–iri sparikalsit dolgulu. OI 40X..... 75
- Şekil 5.47. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kayacın stilolit gelişimi seyrek olup kayaç % 2 opak minerali. PI. 40X ..... 76
- Şekil 5.48. Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kayaç mikritik yapılaşlı olup aşırı kırıklar nedeniyle yer yer breşleşmiş kireçtaşı. OI. 40X..... 76

Şekil 5.49.	Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) belirgin ikizlenmeli, iri sparikalsit dolgulu. OI. 40X .....	77
Şekil 5.50.	Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit), orta-iri dolomit kristalleri saçılmış halde. OI. 40X.....	77
Şekil 5.51.	Permien yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit Görüntüsü. Kireçtaşı (biyomikrosparit), % 40 kadar biyoklast ile % 10 mikritik yapılaşlı intraklasttan oluşan allokemler, mikrosparitik zeminde tane destekli. OI. 40X.....	78
Şekil 5.52.	Akbayır formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli intrasparit) bir kısmı dolomit, bir kısmı mikritik yapılaşlı, % 30 kadar intraklastlı. OI.40X .....	80
Şekil 5.53.	Akbayır formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli intrasparit) İntraklastlar sparitik zeminde yer yer tane destekli. PI.40X.....	80
Şekil 5.54.	Akbayır formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (intrasparit), erime ile genişletilmiş koğuk gözenekli alanları iri, belirgin ikizli sparikalsit dolgulu. OI. 40X .....	81
Şekil 5.55.	Gabronun bozuşmuş hali .....	82
Şekil 5.56.	Gölbaşı formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. İnce Kumtaşı ( kuvars vake) az yuvarlaklı, ince kuvars taneleri. OI. 40X.....	84
Şekil 5.57.	Gölbaşı formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. İnce kumtaşı (kuvars vake) az yuvarlaklı, ince kuvars taneleri. PI. 40X .....	85
Şekil 6.1.	Yenimahalle Belediyesinin terk ettiği taş ocağı .....	88
Şekil 6.2.	Keçikaya formasyonunda açılan Alkar taş ocağına ait agrega depolama şekli.....	93



Şekil 6.3.	Keçikaya formasyonundaki kireçtaşı çatlaklarında ince ve kalın kalsit damarları .....	94
Şekil 6.4.	Keçikaya formasyonunda açılan Alkar taş ocağında çalışan Konkasör balast bandı .....	94
Şekil 6.5.	Keçikaya formasyonunda açılan Hurkan taş ocağındaki kil bandı .....	95
Şekil 6.6.	Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağındaki killi kısım .....	95
Şekil 6.7.	Çalışma alanı sınırında bir mermer üretimi denemesi.....	97
Şekil 6.8.	Dolomit Ve Kalsit İçeriğine Bağlı Olarak Karbonatlı Kayaçların Sınıflaması (Harben,1995; Kırıkoğlu, 1996).....	99
Şekil 6.9.	Taş ocaklarından genel görünüm.....	100
Şekil 6.10.	Keçikaya formasyonunda açılan Kutlutaş taş ocağından malzeme alanı.....	101
Şekil 6.11.	Yenimahalle Belediyesinin terk ettiği taş ocağındaki hayvan barınağı.....	101
Şekil 6.12.	Keçikaya formasyonunda açılan taş ocakları 0–4 mm elek analizi deney grafikleri .....	102
Şekil 6.13.	Keçikaya formasyonunda açılan taş ocakları 4–12 mm elek analizi deney grafikleri.....	103
Şekil 6.14.	Keçikaya formasyonunda açılan taş ocakları 12–22 mm elek analizi deney grafikleri.....	103
Şekil 6.15.	Schmidt Çekici Grafiği (Ulusay,1989).....	124
Şekil 6.16.	Onpo taş ocağı 0–4 m elek analizleri grafikleri .....	127
Şekil 6.17.	Onpo taş ocağı 4–12 mm elek analizleri grafikleri .....	128
Şekil 6.18.	Onpo taş ocağı 12–22 mm elek analizler grafikleri .....	128
Şekil 6.19.	Yibitaş taş ocağı 0–4 mm elek analizleri grafikleri.....	140
Şekil 6.20.	Yibitaş taş ocağı 4–12 mm elek analizleri grafikleri.....	140
Şekil 6.21.	Yibitaş taş ocağı 12–22 mm elek analizleri grafikleri.....	141



## SİMGELER VE KISALTMALAR

A.K.Ü.	: Afyon Kocatepe Üniversitesi
A.S.T.M.	: American Society For Testing Materials
B.S.	: British Standards
$\geq$	: Büyük veya eşit
D.E.Ü. M.M.F.	: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
G.P.S.	: Global Position System
F	: Donma-çözülme döngüsünden sonra üç deney numunesinin kütlece yüzde kaybı (%)
$M_1$	: Üç deney numunesinin toplam ilk kuru kütlesi, gr.
$M_2$	: Belirtilen elekte tutulan üç deney numunesinin toplam nihai kuru kütlesi, gr.
f	: İnce Madde Oranı (%)
$M_1$	: Deney kısmının kuru kütlesi, gr.
$M_2$	: 63 mikrometre göz açıklıklı elek üzerinde kalan malzemenin kuru kütlesi, g.
P	: Tavadaki malzeme kütlesi, gr.
F.I.	: Yassılık İndeksi (%)
$M_1$	: Deney numunesi kütlesi, gr.
$M_2$	: Yassı tanelerin kütlesi, gr
Hüyuam	: Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi

### İnce agrega için:

$M_1$	: Doygun ve havada yüzeyi kurutulmuş agreganın kütlesi, gr.
$M_2$	: Doygun agrega numunesini ihtiva eden piknometrenin kütlesi, gr.
$M_3$	: Sadece su ile doldurulmuş piknometrenin kütlesi, gr.
$M_4$	: Etüvde kurutulmuş deney numunesi kısmının kütlesi, gr.

**İri agregâ için:**

- $M_1$  : Doygun ve havada yüzeyi kurutulmuş agreganın kütlesi, gr.
- $M_2$  : Doygun agregâ numunesini ihtiva eden sepetin sudaki görünür kütlesi, gr.
- $M_3$  : Boş sepetin sudaki görünür kütlesi, gr.
- $M_4$  : Etüvde kurutulmuş deney numunesi kısmının kütlesi, gr.
- I.S.S.A. : International Slurry Sea Association
- İ.Ü. M.F. : İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
- $\leq$  : Küçük veya eşit
- KB : Kuzey Batı
- K.G.M : Karayolları Genel Müdürlüğü
- L.A. : Los Angeles Deneyi (%)
- m : 1,6 mm.lik elek üzerinde kalan fraksiyon, gr.
- M.B. : Metilen Mavisî Yüzdesi (%)
- $V_1$  : Enjekte edilen boyanın solüsyon miktarı
- $V^0$  : Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltinin hacmi
- $M_1$  : Test numune miktarı
- $V^0$  : kullanılmadı
- M.F. : Mühendislik Fakültesi
- M.M.F. : Mühendislik Mimarlık Fakültesi
- MPa : Mega Pascal
- M.T.A. : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
- OI : Olağan Işık
- PhD : Doktora
- $P_b$  : Agregâ yığın yoğunluğu,  $kg/m^3$
- $P_b=$  : Gevşek yığın yoğunluğu, Megagram / $m^3$  ( $Mg/m^3$ )
- $M_1$  : Ölçeğin boş ağırlığı, kg
- $M_2$  : Ölçü kabı ve deney numunesi, kg

V	: Ölçeğin hacmi, dm <sup>3</sup>
P <sub>p</sub>	: Agreganın kuru yığın yoğunluğu, kg/m <sup>3</sup>
PI	: Polarizan Işık
S.I.	: Şekil İndeksi (%)
E=	: Tane kalınlığı
L	:Tane boyu
M <sub>1</sub>	: Deney numunesi kütlesi, gr.
M <sub>2</sub>	: Kübik olmayan tanelerin kütlesi, gr.
Sn	: Herhangi bir (n) göz açıklığındaki elek üstünde kalan malzeme oranı (%)
W <sub>n</sub>	: Göz açıklığı(n) olan elekten kalan malzeme ağırlığı (g)
W <sub>o</sub>	: Deney numunesinin ağırlığı (gr)
Sp.	: Tür
T.S	: Türk Standartları
T.S.E.	: Türk Standart Enstitüsü
T.S. E.N.	: Avrupa Birliği Türk Standartları



## 1. GİRİŞ

Doğal, yapay veya iki cins yoğun mineral malzemenin genellikle 100 mm'ye kadar çeşitli büyüklükteki kırılmış veya kırılmamış taneler yığımına agrega denir (TS 706).

18.yüzyılda sanayinin gelişmesine paralel olarak şehirlerle birlikte köylerde bu gelişmeden etkilenmiş; toprağı az olan köylüler işçi olmak için şehirlere göç edip sanayi çevresine yerleşmişlerdir. Bunun sonucunda, temel ihtiyaç olarak ortaya çıkan konut, yol gibi yapıların inşası için gerekli olan yapı malzemesi talepleri de artmaya başlamıştır (Manavoğlu ve Ortaçeşme, 2015).

Sanayinin gelişmesiyle birlikte artan teknik araştırmalar Avrupa'da yoğunlaşmış; buna paralel olarak beton ve yol malzemeleri araştırmalarında da artış gözlenmiştir. 18. yüzyılda Fransız Mühendis Tresaguet, taş ve kırmataş olarak kullanılacak malzemenin yola serilerek yol yapılması halinde, yolun temel kalınlığının en ağır arabaya dayanabilecek kalınlıkta yapılması gerektiğı önerisini getirmiştir (İlter, 1967).

İngiliz Mühendislerden Mac Adam 1820 yılında, yolun asıl bünyesini meydana getiren yol tabanına kırmataş malzemenin serilmesi için bir kazı yapılmasına gerek olmadığı fikrini öne sürmüştür. Mac Adam, tekerlek yüklerine dayanabilecek basınç mukavemetini toprak yolun tabanının sağladığını belirtmiş; bunun için kaplamada kullanılan taşların tane ağırlıklarının esas alınması halinde de, kaplamayı meydana getiren taş tanelerinin ortalama 32 gr. olması gerektiğini ifade etmiştir (İlter, 1967). Sonraki yıllarda bazı araştırmacılar, yaptıkları deney sonuçlarına göre Mac Adam prensiplerinde değişiklikler önermişlerdir.

1880'li yıllarda Berlin ve çevresindeki inşaatlarda ilkel harç olarak adlandırılan bir tür karışım inşaat alanında beton haline getirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, kum, çakıl, çimento ve suyu belli oranlarda karıştırarak inşaatla doğrudan kullanılmaya hazır bir malzeme olarak şantiyeye taşımayı, ilk

kez Jürgen Hinrich Magens adında Hamburg’lu bir yapı ustası geliştirmiştir. (<http://www.simbeton.com.tr/p25-betonun-tarihi>).

1900’lü yıllarda hazır betonun yapılarda kullanılmasına başlanması ile birlikte önce Avrupa’da daha sonra Amerika’da hazır beton kullanımı hızla artmış; buna paralel olarak da hazır betonda kullanılan agregalar üzerinde bir çok mühendislik araştırması yapılmaya başlanmıştır. Agregalar üzerinde yapılan mühendislik deneyleri sonucunda agregaların nitelikleri belirlenmiş; bu gelişme, büyük mühendislik projelerine önemli ekonomik katkılar sağlamıştır.

Birinci Dünya Savaşı’ndan sonra otomobil sektörünün gelişmesiyle birlikte, yol yüzeylerinin düzgünlüğü ve niteliğinin önemi de artmıştır. Yollarda oluşan toz ve bombeler nedeniyle arabaların dengesinin bozularak kazaların artması sonucunda, yol temelleri ve kullanılan agrega özellikleri de dingil ve tekerlek yüklerine göre belirlenmeye başlanmıştır.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında kentlerin gelişmesine paralel olarak kente göç eden yurttaşların artan konut, otoyol, enerji, su, baraj, gölet vb. ihtiyaçlarını karşılamak için yatırımlar hızlanmış; bu yatırımlar öncesinde, esnasında ve sonrasında ortaya çıkan problemlerin çözümü için mühendislik jeolojisi çalışmalarının yapılmasının gereği ortaya çıkmıştır.

Gelişen süreçte, mühendislik projelerine başlamadan önce inceleme alanının topografyası, jeolojisi, hidrojeolojisi, birimlerin litolojik ve yapısal özellikleri, projede kullanılacak yapı malzemesinin niteliği, nereden temin edileceği ve miktarının tespit edilmesi önemli bir gereklilik haline gelmiştir (Canik, 1997).

Bu kapsamda, kentte yaşayan yurttaşların ihtiyaçlarını karşılamak için yapılan otoyol, baraj, gölet vb. büyük mühendislik projeleri için gerekli hammadde olan agregalar üzerinde de ayrıntılı çalışmalar sürdürülmüştür.

Yapı üretiminin temel girdilerinden olan agregalar, yoğunluklarına göre hafif, normal ve ağır agrega olarak tanımlanırlar (<http://content.lms.sabis>.



[sakarya.edu.tr/Uploads/67858/35126/yap%C4%B1\\_malzemesi\\_ve\\_lab.9.1.agregalar.pdf](http://sakarya.edu.tr/Uploads/67858/35126/yap%C4%B1_malzemesi_ve_lab.9.1.agregalar.pdf)).

Hafif agregalar, uygun ısı, ses ve su yalıtımı özelliği sayesinde izolasyon malzemesi olarak kullanılmasının yanında, düşük de olsa mukavemeti sayesinde taşıyıcı sistemde de kullanılırlar.

Normal agrega ise, endüstriyel binalar, metro, beton otoyollar, konut, köprü, gölet, baraj, altyapı inşaatı ve dalga kıran gibi yapıların inşasında kullanılmaktadır.

Ağır agregalar, nükleer enerji santralleri, nükleer tıp birimlerinin inşasında, nükleer araştırma ve deney laboratuvar binalarında, radyasyona karşı koruyucu duvar inşasında kullanılmaktadır.

Asfalt ve beton dizaynı yapılabilmesi için, agreganın tane boyu dağılım değerlerinin, aşınmaya karşı mukavemeti, tane yoğunluğu ve su emme, yassılık indeksi, şekil indisi, dona karşı mukavemet gibi değerlerinin TS 706 EN 12620 standartlarının alt ve üst limitleri arasında olmalıdır. Örneğin, agrega su emme oranının yüksek olması durumunda betonda donma ve çözülme olayı gelişmekte bunun sonucunda betonda çatlaklar oluşmaktadır. Yine, agreganın yassılık indeksinin yüksek olması halinde, yassı taneler yüzey alanını arttırdığından bu durum beton mukavemetinin düşmesine yol açabilmektedir.

Belirli standart özelliklerinde olması gereken agreganın kalitesi de, ocağın yerel jeolojik koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Agreganın türü, mineralojik bileşeni, dokusu gibi nitelikleri agreganın önemli jeolojik özelliklerini oluşturmaktadır (Zarif ve ark, 2003).

Agrega bünyesinde kil, mika gibi mineraller ile kömür gibi organik maddeler ve kimyasal tuzlar bulunmamalıdır (Green, 2007). Bu maddeleri içeren agreganın asfalt ve beton üretiminde kullanılması durumunda, yol ve binalarda ince çatlaklar oluşmakta ve yapının dayanım gücünde zayıflıklar ortaya çıkmaktadır.

Bu nedenle de, bir kayacın malzeme ocağı olarak işletilmesi için aşağıdaki özelliklerin ve bazı koşullarının bilinmesi gerekmektedir.

- Taşın kalitesi
- Taşın kullanılabilirlik özelliği
- Taşın rezervi
- Taşın nakil edilmesi olanağı
- Taşın litolojik özellikleri
- Taşın yapısal özellikleri
- Çalışma alanındaki yeraltı ve yerüstü durumu
- İşletme düzlüğünün bulunması
- Bitkisel toprak ve çürümüş kısımların durumu
- Çıkarılan malzemenin bütününden faydalanma
- Taş ocaklarının Kanun ve yönetmeliklere uygunluğu (Erguvanlı, 1982).

Bu kapsamda; kireçtaşları; ülkemizde çok yayılım göstermesi, zengin rezervlere sahip olması, kolay kırılabilirliği, üretim süreçlerindeki ekonomikliği nedeniyle agrega üretiminde ilk sırada tercih edilen kayaç grubunu oluşturmaktadır.

Granit, siyenit, diyorit, gabro, bazalt gibi sağlam kaliteli kayaçlar asfalt ve beton üretiminde agrega olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, bazaltlar kırılıp, öğütülüp, inşaat sektöründe; beton agregası ve yol üst yapı malzemesi olarak, köprü ve menfez inşaatlarında, gölet, baraj dalga kıran inşaatlarında, balast ve parke taşı olarak kullanılmaktadır (Goodman,1993; Aral 2004).

Alt yapı projeleri ve büyük mühendislik yapılarında betonun temel girdisinin yaklaşık % 75–80'ini, asfaltın yaklaşık %95'ini oluşturan agrega ihtiyacı kentler için bugün daha önemli bir hale gelmiştir.

Başkent ilan edilmesinden sonra hızla artarak bugün beş milyonu aşan bir nüfusa ulaşan Ankara için de, yapıların inşasında önemli bir hammadde olan agrega, kentin gelişmesi ile daha çok talep edilir olmuş; ihtiyacın karşılanması için Ankara çevresindeki kireçtaşı rezervleri araştırılmış ve Ankara'nın doğusunda bulunan Kutludüğün bölgesindeki taş ocaklarından gereksinim duyulan malzemenin üretimine başlanmıştır. Kutludüğün bölgesinde işletilen taş ocakları, Keçikaya formasyonunda açılan Kutlutaş, Hurkan, Alkar, Oyak taş ocakları ve Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağı ile Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarında açılan Yibitaş taş ocağından oluşmaktadır

Çalışma alanı; Ankara İli Mamak İlçesi Kutludüğün Köyü ve çevresini kapsayan, Kırşehir I30 a1 ve a4 paftaları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1.1). Çalışma konusunu oluşturan arazide; en yaşlıdan gence doğru sırasıyla Erken Triyas yaşlı Emir formasyonu, Erken-Geç Triyas yaşlı Elmadağ formasyonu, Orta-Geç Triyas yaşlı Ortaköy formasyonu, Ortaköy formasyonu içindeki Permiyen yaşlı İmrahor kireçtaşı üyesi, Permiyen yaşlı kırıntılı bloklar, Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları, Orta-Geç Triyas yaşlı Keçikaya formasyonu ve Üst Jura-Erken Kretase yaşlı Akbayır formasyonu mostra vermektedir. Bu birimler üzerine uyumsuz olarak Jura-Kretase yaşlı Gabro gelmektedir. Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonu, mil, kum ve çakıldan oluşan en genç çökellerdir.

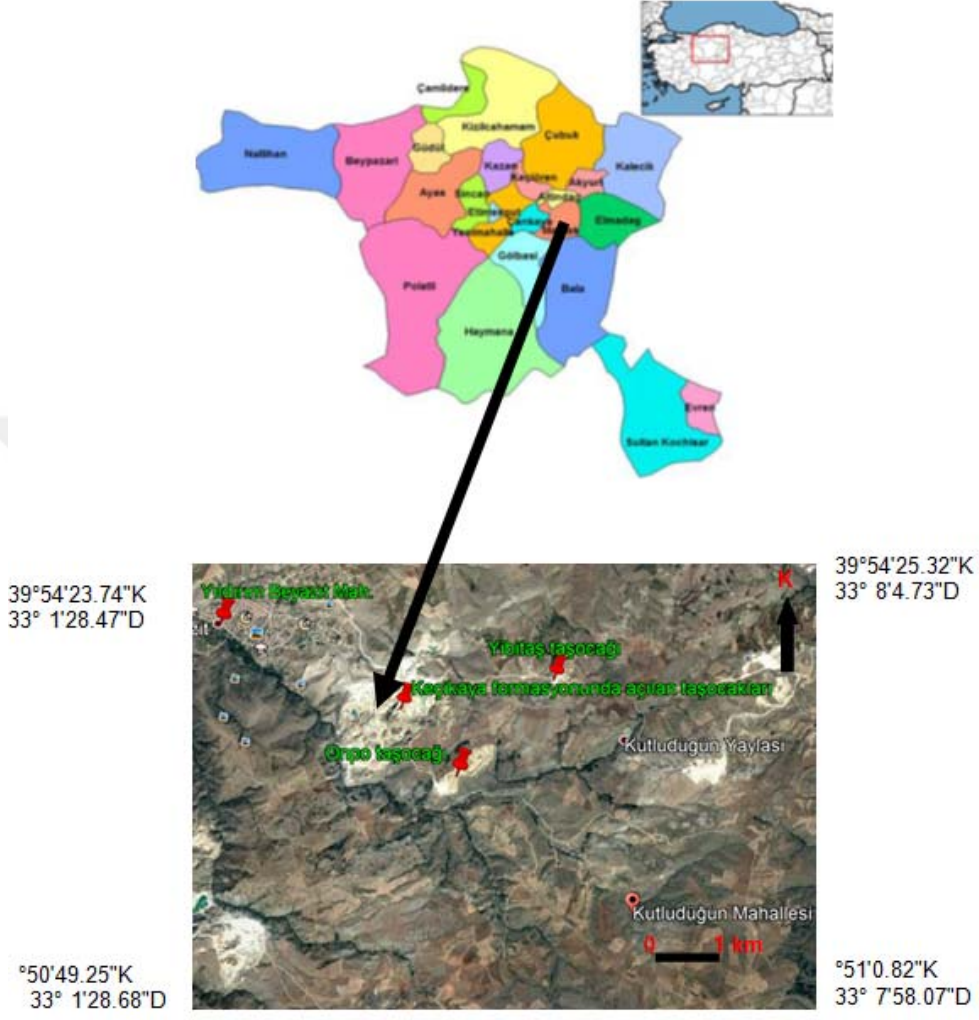
Bu çalışma sonucunda: Çalışma alanındaki kayaçların litostratigrafik özelliklerinin tanımlanması, 1/25000 ölçekli detaylı jeoloji haritasının yapılması, ayırt edilen birimlerin sedimenter ve petrografik özelliklerinin tanımlanması, inceleme alanındaki kireçtaşlarının malzeme olarak kullanılabilirliğinin araştırılması ile işletilen ocakların varsa mühendislik sorunlarının ve nedenlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Çalışmada öncelikle bölgenin ayrıntılı 1/25000 ölçekli jeoloji haritası, çalışma alanında toplanan numunelerin yerlerini gösteren harita, genelleştirilmiş stratigrafik kesiti ve jeolojik enine kesitler yapılmıştır. Çalışma alanının stratigrafisi için, alüvyon dışında bütün birimlerden örnekler alınmış ve bu örnekler

üzerinde ince kesit ve kimyasal analizler Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında yapılmıştır.

İnceleme alanında halihazırda agrega üretimi yapılan Keçikaya ve Ortaköy formasyonları içindeki kireçtaşı blokları ve Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin petrografik tanımlamaları yapılmıştır. Ayrıca, Alizarin Red-S ile boyanmış ince kesitte kalsit-dolomit ayırımı yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, taş ocaklarından alınan agregaların mühendislik özelliklerinin tespiti için; elek analizi, ince/iri agregaların tane yoğunluğu ve su emme yüzdesi, agrega gevşek/sıkışık birim yığın tane yoğunluğu ve boşluk yüzdesi, şekil indisi tayini, yassılık yüzdesi ve indeksi tayini, beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini, metilen mavisi deneyi, donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini, agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler/parçalanma direncinin tayini için metotlardan biri olan Los Angeles deneyleri yapılmış; toplanan örnekler üzerinde kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalara ilave olarak, arazide kireçtaşlarının bulunduğu dört alanda Schmidt çekici deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçları British Standart 812, TS ve TS 706 EN 12620 (Beton Agregaları) standartları ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı ve yakın çevresini gösteren uydu görüntüsü



## 2. COĞRAFYA VE ULAŞIM

### 2.1. Coğrafya

Çalışma alanının yer aldığı Ankara İli, doğuda Kırıkkale, kuzey doğuda Çankırı, kuzey batıda Bolu, batıda Eskişehir, güneyde Konya, güneydoğuda Kırşehir ve Aksaray illeri ile komşudur. Yüksek dağlarla kuşatılan ilde kışları soğuk, yazları kurak geçen bir iklim görülmekte olup ilkbahar mevsimi yağışlı geçmektedir. Bu iklim şartları ve coğrafi yapı Ankara ve çevresinde step ve orman gibi iki ayrı bitki topluluğunun gelişmesine yol açmıştır. Yörede yaygın olarak görülen step bitki örtüsü az yağış alan çukur alanlarda ve platolar üzerinde yer alır. İl çevresindeki platolar üzerinde yükselen tek dağlar ile kuzeydeki dağlık sahada yağışlardaki artış sayesinde orman örtüsü ortaya çıkmaya başlar.

Orta Anadolu'nun kuzeybatısında bulunan il, Kızılırmak ve Sakarya nehirlerinin kollarının çevrelediği ovalarla kaplı bir bölgede yer alır. İlin kuzey sınırını Kuzey Anadolu sıradağlarının kolları olan dağlar ve Orta Anadolu düzlüklerinin devamı olan ovalar çizer. Güney kısmında Tuz Gölü çanağı, Kepez Ovaları ve Hacıbekirözü gibi düzlükler bulunur. Bu düzlükler arasında, volkanik Karadağ, Karasimir Dağı, Paşa Dağı ve Teke Dağı yükselir.

İlin arazisini Sakarya ve Kızılırmak nehirleri ile Çubuk Çayı, İncesu ve Ova Çayları sulamakta olup adı geçen son üç çay birleşerek Ankara Çayı'nı oluşturur. Kızılırmak nehrinin 256 km'lik kısmı ve Sakarya nehrinin 168 km'lik kısmı il sınırları içinde akmaktadır. Ankara il sınırları içerisinde bulunan başlıca göller; Tuz, Mogan, Eymir, Karagöl (Çubuk), Karagöl (Kızılcahamam) gölleri olup Tuz gölü yaklaşık 1500 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümü ile Ankara ilinin en büyük gölüdür ([www.ankara.gov.tr/cografya-konumu](http://www.ankara.gov.tr/cografya-konumu)).

Ankara'ya içme suyu sağlayan barajlar; Kızılırmak–Kesikköprü, Elmadağ–Kargalı yeraltı, Kavşakkaya, Akyar, Çubuk–2, Eğrekkaya, Kurtboğazi ve Çamlıdere barajlarıdır (<http://www.aski.gov.tr/tr/815-su-kaynaklarimiz>).

[icerik.html](#)). Ankara’da Sulama Suyu amaçlı Asartepe, elektrik enerjisi sağlanan Sarıyar ve Kesikköprü rekreasyon amaçlı Bayındır (Mavigöl) barajları da bulunmaktadır.

İlin geniş arazisinde yer yer iklim farklılıkları görülür. Güneyde, İç Anadolu ikliminin belirgin özellikleri olan step iklimi, kuzeyde ise, Karadeniz ikliminin ılıman ve yağışlı halleri görülebilir. Kara ikliminin hüküm sürdüğü bu bölgede kış sıcaklıkları düşük, yaz sıcaklıkları ise yüksektir. En sıcak ay Temmuz–Ağustos, en soğuk ay ise Ocak ayıdır. Bölgeye düşen yağış miktarları ilin Kuzey ve Güney kesimlerinde farklılık gösterir. Kuzey yönünde yer alan Kızılcahamam ve Çubuk ilçeleri Karadeniz Bölgesi yağış rejimi özelliğini; Güney kısmında ise İç Anadolu Bölgesine özgü iklim karakterini gösterir ([www.ankara.gov.tr/cografya-konumu](http://www.ankara.gov.tr/cografya-konumu)).

## 2.2. Ulaşım

Çalışma alanının il merkezine uzaklığı yaklaşık 25 kilometre olup Kutludüğün köyü–Hipodrum Caddesi arasında belediye otobüsleri ve Ulus semti-Kutludüğün Köyü arasında da dolmuş seferleri yapılmaktadır.



### 3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ankara ili ve çevresinde daha önce çeşitli araştırmalar yapılmış olup bu çalışmalar genellikle Ankara'daki üniversiteler ve MTA Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmalar daha çok genel jeoloji konusunda olmakla birlikte, son yıllarda uygulamalı jeoloji alanında da birçok çalışma yapılmıştır.

**Okan (1982)**, bölgenin jeolojik yapısının karmaşık olduğunu belirterek Elmadağ formasyonu çökelme özelliklerine göre Arambaş üyesi, Çakıldere üyesi, Devecioğlu üyesi ve Döşemedere üyesi olarak ayırtlayarak formasyonun stratigrafik konumunu detay olarak tanımlamıştır.

**Arda (1984)**, Ankara il hudutları dahilindeki inşaat sanayi hammaddeleri ve bölgenin genel jeolojisini incelemiştir. Araştırmacı, Ankara ili sınırları içindeki yapı malzemeleri ve metal dışı madenleri incelemiş ve malzemelerin yaklaşık miktarını ve yerlerini belirlemiştir.

**Akyürek ve ark (1984)**, Ankara'nın Elmadağ, Kalecik çevresinin temel litostratigrafî birimlerini Ankara Grubu, Ofyolitler ve Kılıçlar Grubu olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, Ankara Grubu olarak adlandırılan Emir formasyonu, Elmadağ formasyonu, Ortaköy formasyonu, İmrahor kireçtaşı üyesi ve Keçikaya formasyonu olarak ayırtlanmıştır. Ayrıca, çalışma alanında Ankara Grubuna ait olan Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları ve Permiyen yaşlı kırıntıların gözlemlendiğini de belirtmişlerdir.

**Akyürek ve ark (1996)**, Ankara İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynaklar Projesi kapsamında Ankara'nın litostratigrafî birimleri detaylı tanımlanmış ve bölgenin jeolojik evrimi ortaya konulmuştur.

**Başocak (1985)**, Bölgenin arazi kullanım sorunlarını, amaçlarını ve hedeflerini içeren yaptığı ön çalışmada; arazi sınıflama haritası ile özel planlama gerektiren alanlarda uzaktan algılama verilerinin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir.

**Kazancı ve Kökten (1988)**, Ankara kuzeyi Paleosen istifi çevrimsel depolama özelliklerini ve bu istifin alt bölümlerini oluşturan örgülü akarsu tortullarındaki fasiyes değişikliklerini ve değişik fasiyeslerin tekrarlanışını tanımlamışlardır.

**Ocakoğlu (1998)**, Orhaniye bölgesi, Geç Kretase–Eosen istifinin kil stratigrafisini araştırmış ve kil minerallerinin kökenini belirleyen etmenleri çalışmasında tartışmıştır. Araştırmacı, her çökeltme ortamına farklı kil mineral birliğinin karşılık gelmesinin, çökeltme ortamlarının farklı fizikokimyasal doğalara sahip olmalarının bir yansıması olduğunu ifade etmiştir.

**Karadenizli ve ark (2003)**, Çankırı–Çorum havzası batı kenarının Erken-Orta Miyosen paleocoğrafik evrimini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, havzada kırıntı getiriminin olmadığı dönemlerde, karbonat çökeltimi etkin olan banklar olduğu belirtilmiş ve belirli zamanlarda su seviyesi yükselmelerinin büyük derinlikler oluşturduğu ve bu yükselmelerin havza içindeki paleo yükselteleri bile örtecek düzeye geldiği; havzanın Geç Pliyosen'de batı kenarı normal faylı, doğu kenarı bindirmeli bir tektonik kama ile parçalandığı ve depolanan Miyosen tortullarının deformasyona uğradığı araştırmada ortaya konulmuştur.

**Savaşçı ve Seyitoğlu (2004)**, Çankırı havzasına ait Kumartaş ve Hançili formasyonları içerisinde çökeltme ile eş yaşlı tektonik yapıların incelemesi sonucunda eş yaşlı faylar saptanmış olup bölgede Erken–Orta Miyosen genişlemeli tektonik rejimin varlığı kanıtlanmıştır.

**Özsayın ve ark (2005)**, Yuva ve Yakacık Köyleri civarında Geç Kretase'de bölgeye yerleşen ofiyolitik karmaşık ile Miyosen birimlerinin dokanak ilişkilerini tanımlamışlardır. Buna göre ofiyolitik karmaşığa ait olan kayaçlarla Miyosen birimleri arasındaki dokanakların ikisi incelenmiş ve bu dokanakların yer yer yataya yakın bindirme fayları şeklinde olduğu sonucuna varmışlardır.

**Seyitoğlu ve ark (2006)**, Yuvaköy'nün (Ankara) kuzeyinde Geç Kretase yaşlı ofiyolitikmelañ ile neojen birimler arasındaki tektonik sınırın niteliğini incelemiş, bu çalışmanın sonucunda jeolojik harita yapımı sırasında topoğrafik

olarak yüksekte bulunan birimlerden yamaç aşağı oluşan döküntülerin dikkate alınması gerektiğini, aksi halde bölgesel tektonik modelleri etkileyecek hatalı gözlemlerin oluşacağı ortaya konmuştur.

**Bayhan (2007)**, Kalecik bölgesi Geç Kretase–Erken Tersiyer yaşlı sedimanter istiflerinin kil mineralojisini incelemiş olup illit ve kaolinit minerallerinin volkanik ve/veya metamorfik kayalardan türediğini açıklamıştır.

**Özcan ve ark (2007)**, Çankırı Havzası batı kenarındaki Erken Miyosen yaşlı litostratigrafi birimleri ile paleontolojik verileri denetirmişlerdir.

**Yeşilova ve Tekin (2007)**, Polatlı–Sivrihisar Neojen Havzası Geç Miyosen evaporitlerinin jeokimyasal ve jeostatistiksel incelemesi sonucunda; jeokimyasal analizlerdeki eser element değerlerinin, evaporitik plaj göl çökeltme ortamının jeokimyası değerlerinden yüksek olduğunu gözlemlenmiştir. Bu değerlerin yüksek çıkmasının nedenlerini de; Üst Miyosen paleo gölünün evaporitleşmesi sırasında zemin–tatlı su girişlerinin oluşması, kısa periyotlarla değişebilen iklimsel şartlar (kuraklık ve yağış gibi), gölün izole olmuş alanlarında gelişen sınırlı indirgeyici ortam koşullarının gerçekleşmesi ve depolanma sonrası etkin olan hidrotermal çözeltilere bağlı olması olarak açıklamışlardır.

**Yılmaz ve Çakır (2007)**, Yuvaköy Ofiyolitinin alttan üste doğru; tektonik karmaşık, volkanik-sedimanter seri, tektonitler ve kümülatlardan meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Bu birimler; tektonitler (harzburjit–dünit), kümülatlar (gastro) diyabaz daykalarıyla, bazaltik volkanik kayalar ve pelajik sedimanter kayalar olarak tanımlanmıştır. Birimlerin dokanak bölgelerinde ezilme-ufalanma ve breşleşme etkisine rastlanmasının alanda tektonizmanın aktif olduğunu düşündürdüğünü belirtmişlerdir.

**Dönmez ve ark (2008)**, 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kırşehir İ 30 paftasında bölgenin birimlerin litolojik özelliklerini tanımlamıştır.

**Okan ve Hoşgör (2009)**, Çankırı Havzası Yoncalı formasyonu (Orta Anadolu) Harpactocarinid Yatağında Erken Eosen (Orta–Geç Küvizyen) Mollusk

Birlikteliği ve Tetis Paleocoğrafyasındaki elde ettikleri yeni verilere göre, erken Eosenden Paleosen sonundan kadar Tetis Bölgesi ele alındığında Tetis'in orta Anadolu ve Hint–Pasifik bölgesiyle de bağlantılı olduğunun bentik organizmaların yayılımıyla ortaya çıktığını tespit etmişlerdir.

**Seyitoğlu ve ark (2009)**, KB Orta Anadolu'da Geç Pliyosen–Kuvaterner kısırılmış kabuksal tektonik kamanın; Anadolu levhasının iç deformasyonunu üstlenen bir neotektonik yapı üzerinde önemli bir rol oynadığını, İç Anadolu plakasının deformasyon ve Ankara ve Çankırı'nın deprem riski değerlendirmesinde potansiyel bir kaynak olarak kabul edildiğini açıklamışlardır.

**Üner ve Çakır (2011)**, Eldivan Ofiyoliti'ne (Çankırı) ait harzburjitik tektonitlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri adlı çalışmalarında; Eldivan Ofiyolitine ait harzburjitik tektonitlerde yapılan jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda, bu birimlerin kısmi ergime sonrası kalıntı mantoyu temsil ettiklerini ifade etmişlerdir.

**Şen ve Şen (2013)**, Oyaca, Kedikayası ve Boyalık alkali ve kalkalkali magmatizmasına ait dasitik kayaların adakit bileşiminde olduğunu tespit etmişlerdir. Jeokimyasal değerlendirmelerin, erken Miyosen yaşlı Oyaca, Kedikayası ve Boyalık adakitlerinin oluşumunda dalma–batma süreçlerinin etkilerini açıkça ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

## 4. MATERYAL VE METOT

### 4.1. Materyal

İnceleme alanı Ankara İli, Mamak İlçesine bağlı Kutludüğün Köyü ve dolayından oluşur. Çalışma alanı 1/25000 ölçekli Kırşehir İ30 a1, a4 paftaları içerisinde yer alır. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında topoğrafik haritalar, pusula, GPS, jeolog çekici, lup ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Petrografik çalışmalar ve kimyasal analizler ile agreganın fiziksel–mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan deneyler için, her taş ocağından farklı boyutlarda numuneler ve örnekler alınmıştır. Alınan örneklerden sedimanter petrografik çalışmalar için ince kesitler yapılmış; bu örnekler üzerinde kimyasal analizler ve çeşitli fiziksel ve mekanik deneyler gerçekleştirilmiştir.

### 4.2. Metot

Bu çalışma; saha öncesi çalışmalar, saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, büro çalışması ve tez yazımı olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### 4.2.1. Saha Öncesi Çalışmalar

Bu aşamada öncelikle çalışma alanı ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bunun için, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü ve Jeoloji Mühendisleri Odası kütüphanesi ile Ankara’da bulunan üniversite kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Hazırlanacak jeoloji haritası için gerekli topoğrafik haritalar Ankara Büyükşehir Belediyesi’nden temin edilmiştir.

#### 4.2.2. Saha Çalışmaları

Saha çalışmaları genellikle 2008, 2009, 2010 ve 2011 yılları, yaz döneminde yapılmıştır. Saha çalışmaları sırasında toplanan örneklerin yer ve koordinatları Ek-1’de verilmiştir.

Saha çalışmaları ile bölge istifi belirlendikten sonra; çalışma alanında yüzeyleyen litostratigrafi birimlerinin sınırları ile yapısal özellikleri 1/25000 ölçekli topoğrafik harita üzerine işlenerek çalışma alanının ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanmıştır. Çalışma alanında yüzeyleyen litostratigrafi birimleri ayrıntılı şekilde ölçülerek bölgeye ait genelleştirilmiş stratigrafi kesiti çıkarılmıştır. Ayırt edilen tüm litostratigrafi birimlerinden sedimanter petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesine yönelik örnekler derlenmiş, tüm örneklerin yerleri 1/25000 ölçekli harita üzerine işlenmiştir (Ek-2).

Sedimanter kayaçların litolojik–yapısal özellikleri ve fosilli seviyeler sahada belirlenerek önemli olanların fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca, gerekli yerlerde detay kesitler ölçülerek örnekleme yapılmıştır. Bu örneklerin makro ölçekte petrografik tanımlaması sahada gerçekleştirilmiştir. Alınan örneklerin bir kısmı ince kesit yapımı ve boyama testleri ile kimyasal analizler yapılmak üzere Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit atölyesine ve jeokimya laboratuvarına; bir kısmı da fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi amacı ile Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği ve Polat Beton laboratuvarlarına gönderilmiştir. Ayrıca çalışma alanında bulunan kireçtaşları üzerinde Schmidt çekici deneyleri yapılmıştır.

#### 4.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Karbonatlı kayaçlarda kalsit–dolomit ayırıcı için, ince kesit ve jipslerde Alizarin Red-S ile boyama işlemi tamamlandıktan sonra ince kesitlerin petrografik tanımlaması yapılmıştır. Agreganın fiziksel, mekanik ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin numuneler alınmış ve Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği ve

Polat Beton laboratuvarlarına teslim edilmiştir. Bu amaçla; elek analizi, agregaların tane yoğunluğu ve su emme yüzdesi, gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdeleri, metilen mavisi deneyi, şekil indisi tayini, yassılık indeksi, beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini, donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini ve agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler/parçalanma direncinin tayini için metotlardan biri olan Los Angeles deneyi yapılmıştır.

#### **4.2.3.1. Elek Analizi**

##### **4.2.3.1.(1). Deney Numunesinin Hazırlanması:**

Numuneler ya döküm alanından ya da konkasör bandı üzerinde bir metrelik alandan alınır. Eğer numune döküm alanından alınacaksa, numune iyice karıştırılıp homojen veya homojene yakın duruma getirilir. Deney numunesi hazırlama işlemi, bölgeç aleti kullanılarak çeyrekleme yöntemi ile yapılır. Bu metotla agrega düzgün dairesel yığın haline getirilir. Bir malanın keskin kenarı ile dört eşit parçaya bölünür ve çapraz iki kısım uzaklaştırılıp, geriye kalan iki kısım bir yığın halinde karıştırılarak yeniden dairesel bir yığın oluşturulur. Bu dairesel yığın, tekrar dörde bölünür ve yaklaşık olarak deney numunesi için gereken miktar kalana kadar işlem devam ettirilir.

Deney numuneleri belirtilen yöntemle alınarak hazırlanmıştır.

##### **4.2.3.1.(2). Deneyin Yapılması**

Deney numunesi yıkandıktan sonra 110°C dereceye ayarlanmış etüvde kurutulup en az 0,1 gr. duyarlılık gösteren bir terazi ile tartılır. Deney elekleri yukarıdan aşağıya doğru göz açıklıkları giderek küçülecek şekilde üst üste yerleştirilir. Kurutulup tartılmış deney numunesi en üstteki eleğin içine konulur. Eleme hareketlerine başlanır. Eleme hareketleri elle yapılabileceği gibi, bu işte bir elektrikli sarsma makinası da kullanılabilir. Bu şekilde elekler içindeki malzeme sarsılarak eleme sürdürülür. Eleme süresinin yeterli olduğu, herhangi bir elekte bir

dakikalık sarsma süresinde elekten geçen malzeme miktarının elek üstünde kalan malzeme miktarının %1'inden daha az olması ile anlaşılır.

Elek analizi deneyleri (TS 707) standardına göre yapılmıştır.

$$S_n = (W_n / W_o) \times 100 \text{ (TS 707)}$$

$S_n$  = Herhangi bir (n) göz açıklığındaki elek üstünde kalan malzeme oranı yüzdesi

$W_n$  = Göz açıklığı(n) olan elekten kalan malzeme ağırlığı, gr.

$W_o$  = Deney numunesinin ağırlığı, gr.

#### 4.2.3.2. Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi

Deney numunesi, ağırlığı bilinen bir ölçü kabına atılarak doldurulur. Bu sırada küreğin ölçü kabı yüzeyinden 25 cm daha yükseğe kaldırılmamasına, agreganın sıkışmamasına ve ayrışmamasına özen gösterilmelidir. Ölçü kabı üst yüzeyinden taşan iri agrega varsa çıkartılarak yerine ince agrega ilave edilir ve içindeki agrega ile birlikte tartılır.

Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi deneyleri TS 3529 standardına göre yapılmıştır.

#### 4.2.3.3. Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi

Deney numunesi, ağırlığı tartılarak saptanmış olan ölçü kabının 1/3'lük kısmına kadar dökülür. Bu dökme işlemi yaklaşık 25 cm yukarıdan bir küçük kürek ile yapılır. Numune, şişleme çubuğu ile yüzeyin her tarafına yayılacak şekilde 25 vuruş yapılarak şişlenip sıkıştırılır. Bu işlem ölçü kabı 2/3'üne ve 3/3'üne kadar malzeme konularak tekrarlanır. Ölçü kabının üst yüzü de şişleme çubuğu ile sıyrılarak düzeltilir ve numune tartılır. Agreganın sıkışık tane yoğunluğu aşağıdaki formül ile tam sayıya yuvarlatarak hesaplanır. Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi deneyleri TS 3529 standardına göre yapılmıştır

$$P_b: M_2 - M_1 / V$$

$M_1$ : Ölçeğin boş ağırlığı, kg

$M_2$ : Ölçü kabı ve deney numunesi, kg



V : Ölçeğin hacmi, dm<sup>3</sup>

Boşluk Yüzdesi:  $(P_p - P_b) / P_p \times 100$

P<sub>p</sub>: Önceden kurutulmuş tane yoğunluğu, kg/m<sup>3</sup>

P<sub>b</sub>: Yığın Yoğunluğu, kg/m<sup>3</sup>

Kırma taşların düzgün şekilli olmamaları halinde, oluşan boşluklar gevşek ve sıkışık tane yığın yoğunluklarının düşmesine neden olur (Topçu ve ark. 2006).

#### 4.2.3.4. İnce Agregada Tane Yoğunluğu ve Su Emme

Deneylerde kullanılacak deney numunesinin miktarı en büyük tane boyutuna bağlı olarak değişir. TS 707'ye uygun olarak deney numunesi 24 saat su içinde bekletildikten sonra ince taneler kaybolmayacak şekilde suyu süzülür ve tava içine yayılır. Tava, tablalı ısıtıcı üzerine konularak kurutulur. Gerek görülürse vantilatör ile hava akımı oluşturularak ve sürekli karıştırılarak çabuk kuruması ve böylece doymuş kuru yüzey haline çabuk gelmesi sağlanır. Doymuş kuru yüzey hali ince agreganın koyu (ıslak) renkten açık (kuru) renge değişmeye başladığı andan hemen sonrasındır. Doymuş kuru yüzey halinin göz ile anlaşılması deney yapanın tecrübesine bağlıdır.

Numunenin çok kurumamasına özen gösterilmelidir. Doymuş kuru yüzey haline erişip erişmediğine gözle muayene ederek karar verilemiyor ise Abraham hunisi ile deney yapılır.

#### 4.2.3.4.(1). İnce Agregada (0–4mm) Boyutundaki Numune İçin Deneyin Yapılması

Doymuş kuru yüzey haline yaklaştığı belirlenen numune, geniş yüzü alta gelen Abraham hunisi diye anılan metal kalıba gevşek olarak yerleştirilip üst yüzü sıkışma çubuğu ile 25 kez hafifçe tokmaklanır. Kalıp yukarı doğru düşey olarak hareket ettirilerek çıkarılır. Kalıp çıkarıldığında numune konikliğini devam ettiriyorsa serbest nem var demektir. Kurutmaya devam edilmesi ve bir süre sonra

bir defa daha Abraham hunisi ile deneyinin uygulanması gerekir. Numunenin konik durumunun serbestçe bozulduğunun görülmesi halinde doygun yüzeyin sağlanmış olduğuna karar verilir.

Daha sonra balon joje etüvde kurutulup içinde hiç su buharı kalmadığı zaman tartım yapılır. Balon jojedeki belirlenmiş çizgiye kadar saf su ile doldurulur ve tartısı alınır, sonra içerisindeki su boşaltılır. 500 gramlık numune, balon jojeye doldurulup üzerine saf su koyulur ve tartılır. Daha sonra kum banyosuna yatırılır. Su kaynadığı zaman saf su ve numunedeki hava kabarcıkları dışarı çıkar ve tartılır.

İnce Agregata Tane Yoğunluğu ve Su Emme deneyleri TS EN 1097-6 standardına göre yapılmıştır.

Görünür tane yoğunluğu :  $P_a = M_4 / (M_4 - (M_2 - M_3))$

Etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu :  $P_{rd} = M_4 / (M_1 - (M_2 - M_3))$

Doygun ve yüzeyi kurutulmuş esasta tane yoğunluğu :  $P_{ssd} = M_1 / (M_1 - (M_2 - M_3))$

Su emme oranı :  $WA_{24} = 100 \times (M_1 - M_4) / M_4$

$M_1$  : Doygun ve havada yüzeyi kurutulmuş agreganın kütlesi, gr.

$M_2$  : Doygun agregata numunesini ihtiva eden piknometrenin kütlesi, gr.

$M_3$  : Sadece su ile doldurulmuş piknometrenin kütlesi, gr.

$M_4$  : Etüvde kurutulmuş deney numunesi kısmının kütlesi, gr.

#### 4.2.3.5. İri Agregata Tane Yoğunluğu ve Su Emme

##### 4.2.3.5. (1). Deneyin Yapılışı

TS 707'ye uygun olarak alınan numune, yaklaşık 20 °C su bulunan bir kap içine konur ve hafifçe sallanarak taneler üzerindeki toz ve yabancı maddeler temizlenir. Numune su içinde 24 saat bekletildikten sonra çıkarılır ve suyu süzülür. Taneler üzerinde gözle görülebilen su tabakası kalmayınca kadar kurutulur. İri tanelerin dış yüzeyinin bir havlu ile kurutulması gerekmektedir. Kurutma biter bitmez numune hemen tartılarak doygun kuru yüzey ağırlığı bulunur. Doygun kuru yüzey halindeki numune tartıldıktan sonra, kafes örgülü tel sepete konularak su

dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 15 cm daha aşağıda kalacak şekilde en az 10 defa sertçe kaldırılıp indirilerek sağa sola sallanarak taneler arasında kalabilecek hava kabarcıkları çıkarılır. Daha sonra sepetin kova kenarına dokunmamasına dikkat edilerek özel düzenli terazi kafesinin ortasına yerleştirilir. Doygun malzemenin sudaki ağırlığı bulunur. Numune sudan çıkarılır. 105±5 °C de etüvde 24 saatte kurutulur, oda sıcaklığında soğutulur ve havadaki kuru ağırlığı bulunur.

İri Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme TS EN 1097-6 standardına göre yapılmıştır .

Görünür tane yoğunluğu :  $P_a = M_4 / (M_4 - (M_2 - M_3))$

Etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu :  $P_{rd} = M_4 / (M_1 - (M_2 - M_3))$

Doygun ve yüzeyi kurutulmuş esasta tane yoğunluğu :  $P_{ssd} = M_1 / (M_1 - (M_2 - M_3))$

Su emme oranı:  $WA_{24} = 100 \times (M_1 - M_4) / M_4$

$M_1$  : Doygun ve havada yüzeyi kurutulmuş agreganın kütlesi, gr.

$M_2$  : Doygun agrega numunesini ihtiva eden sepetin sudaki görünür kütlesi, gr.

$M_3$  : Boş sepetin sudaki görünür kütlesi, gr.

$M_4$  : Etüvde kurutulmuş deney numunesi kısmının kütlesi, gr.

#### 4.2.3.6. Şekil İndeksi Deneyinin Yapılışı

Deneye tabi tutulan 4-12 ve 12-22 mm boyuttaki numuneler (110 ±5) °C' de ayrı tavalarda etüvde kurutulur. Deney numunesi 4mm'den büyük tanelerin ayrılması için yeterli miktarda titreşim uygulanarak uygun eleklerle elenir. Her elek açıklığında 4 mm'den büyük taneler ayrı ayrı tartılır. Her elek açıklığında L/E oranı 3'ten büyük olan agregataneleri Verniyeli kumpas kullanılarak tespit edilir. Her elek açıklığında 3'ten büyük olan agregataneleri ayrı ayrı tartılır. TS 3814 EN 933-4 standardına göre bu deney metodu,  $D_i \leq 63$  mm ve  $d_i \geq 4$  mm olmak üzere,  $d_i/D_i$  tane büyüklüğü aralıklarına uygulanır

E= Tane kalınlığı

L :Tane boyu

$$SI : (M_2/M_1) \times 100$$

SI: Şekil İndeksi

$M_1$ : Deney numunesi kütlesi, gr.

$M_2$ : Kübik olmayan tanelerin kütlesi, gr.

#### 4.2.3.7. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi Deneyinin Yapılışı

Tanelerin yassılık yüzdesi, deneye alınan toplam numune ağırlığının yassılık indeksi şablonundan geçen miktarın yüzdesidir. Yassılık indeksi yapılacak numune üzerinde öncelikle elek analizi yapılır.

Düzeltilmiş tane boyu dağılımına göre, iki elek arasında kalan malzemenin %5'ten az olması durumunda, bu aralıktaki deney malzemesinin yassı tane oranı sıfır kabul edilir. Her elek arasında kalan malzeme tanelerinin şablon üzerindeki kendi açıklığından geçip geçmediği el ile teker teker denir. Yassı tanelerin ağırlığı tartılarak kaydedilir. Her bölüme ait yassı tane yüzdesi, o bölümün düzeltilmiş gradasyon yüzdesi ile çarpılarak gerçek yüzde bulunur. Her bölüme ait düzeltilmiş yassı tane yüzdelerinin toplamı, yassılık indeksini verecektir. Bu deney BS 812' ye göre 63.5–6.35 mm tane boyu aralığındaki malzemelere uygulanır.

$$FI = M_2/M_1 \times 100$$

FI :Yassılık İndeksi

$M_1$ : Deney numunesi kütlesi, gr.

$M_2$ : Yassı tanelerin kütlesi, gr.

#### 4.2.3.8. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini

##### 4.2.3.8. (1). Deneyin Yapılması:

Bu deneyin yapılması için, 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki malzemenin 63 mikrometre göz açıklıklı elekten geçen miktarının %1'in altında olması gerekir. Her boyuttaki numuneler, ayrı ayrı bölgeç aleti kullanılarak çeyrekleme yöntemi ile homojene yakın hale getirilir. TS 707'ye uygun olarak hazırlanan yeterli miktarda deney numunesi kürekle iyice karıştırılıp, 110°C

dereceye ayarlanmış etüvde kurutulur. Bu işlemden sonra, numune en az %0,1 duyarlılık gösteren bir terazi ile tartılır.

Kurutulup tartılmış deney numunesi en üstteki eleğin içine konulup eleme hareketlerine başlanır. Bu şekilde elekler içindeki malzeme sarsılarak eleme sürdürülür. Eleme süresi yeterli olduğu, herhangi bir elekte bir dakikalık sarsma süresinde elekten geçen malzeme miktarının elek üstünde kalan malzeme miktarının %1'inden daha az olması ile anlaşılır. Her boyuttaki malzemenin 63 mikrometre göz açıklıklı elek üzerinde kalan kısmının kuru kütlesi tartılır.

Beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deneyleri TS 3530 EN 933-1 standardına göre yapılmıştır.

$$f = [M_1 - M_2 + P/M_1] \times 100$$

f : İnce Madde Oranı

M<sub>1</sub> : Deney kısmının kuru kütlesi, gr.

M<sub>2</sub> : 63 mikrometre göz açıklıklı elek üzerinde kalan malzemenin kuru kütlesi, gr.

P : Tavadaki malzeme kütlesi, gr.

#### 4.2.3.9. Metilen Mavisi Deneyi

Beton üretiminde kullanılan ince agregada içindeki kil miktarını belirlemek için ISSA tarafından önerilen bir deney yöntemidir. İnce agregada bulunan kil miktarının fazla olması durumunda; betonda ve asfaltta bozulmalar oluşabilir. Metilen mavisi deneyi sonuçları beton ve asfalt kalitesi hakkında fikir vermektedir.

#### 4.2.3.9. (1). Çözeltinin Hazırlanması

Metilen mavisi çözeltisi için 10 gr. metilen mavisi tozu, behere konulan 500 ml damıtık 400°C deki suya ilave edilir. Toz çözülünceye kadar karıştırılır ve 200°C'ye kadar soğutulur. Beherdeki çözelti 1 lt.lik ölçülü balona boşaltılır. İçine 1 lt.ye tamamlamak için damıtık su eklenir ve hafif renkli bir cam koruyucu şişesine boşaltılır.

**4.2.3.9 (2). Leke Deneyi**

Süspansiyon oluşturmak için 500 ml. damıtık suya, kurutulmuş 2 mm elekten geçen 200 gr kum deney numunesi karıştırarak ilave edilir. Süspansiyon 600 devir/dk hızda 5 dakika karıştırılır. Sonra 5ml. boya çözeltisi ilave edilip 400 devir/ dk ile işleme devam edilir. Sonunda 1 dakika karıştırmanın ardından cam baget ile karışımdan 1 damla alınıp süzgeç kağıdına bırakılır. Süzgeç kağıdının yüzeyi herhangi bir katı veya sıvı ile temas etmeyecek şekilde boş bir beherin veya uygun bir desteğin üzerine yerleştirilmelidir. Tekrar 5 ml boya ilave edilip karıştırmaya devam edilir. Bir dakika sonra yine bir damla alınır ve süzgeç kağıdına bırakılır. Merkezi mavi birikintiyi çevreleyen açık mavi halka oluşması beklenir . Aksi takdirde tekrar 5 ml boya eklenip aynı işleme devam edilir. Halka belirene kadar 1 dakika aralıklarla leke deneyine ve boya ilavesine devam edilir. Beşinci dakika sonunda 5 yerine 2 ml. boya eklenerek deney sürdürülür. Halka oluşması ve 5 dakika süreyle varlığını koruyabilmesi halinde deney pozitif sayılır. Metilen mavisi deneyi TS EN 933-9 standardına göre yapılır.

$$MB = (V_1 - V^0 / M_1) \times 10$$

$V_1$ : Enjekte edilen boyanın solüsyon miktarı

$V^0$ : Kaolinit tarafından ( eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltinin hacmi

$M_1$ : Test numune miktarı

$V^0$  kullanılmadı

**4.2.3.10. Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini**

Bu deney metodu, doayun sodyum sülfat ( $Na_2SO_4$ ) kullanılarak, uzun zaman hava tesirleri altında kalacak agregaların don ve çözölmeye karşı mukavemetlerinin tayin edilmesine yarar. Dona karşı mukavemet deneyi, numune üzerine beş defa uygulanır. Bu işlemin, doğada yaklaşık 500 defa oluşacak don ve çözeltiye karşılık geldiği kabul edilir.

**4.2.3.10.(1). Çözeltinin Hazırlanması:**

Bu çözeltinin hazırlanması için saf ve susuz sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) kullanılır. Tuz 25–30 °C sıcaklıktaki su içinde karıştırılarak eritilir. Her litre su için en az 250 gr sodyum sülfat alınır. Tuzun ilave edilmesi sırasında çözelti devamlı olarak karıştırılır. Buharlaşmayı önlemek için çözeltinin ağzı kapatılarak 48 saat sabit sıcaklık ve nem odasında bekletilir. Çözelti kullanılmadan önce iyice karıştırılmalı ve daima 21°C de korunmalıdır.

**4.2.3.10.(2). Numunenin Hazırlanışı**

Kaba agrega, 37,5 mm, 25 mm, 19 mm, 12,5 mm, 4,75 mm. ve 2 mm.lik eleklerden elenir. Her elek üzerinde kalan malzeme yıkanır ve 110 °C fırında sabit ağırlığa kadar kurutulur ve kurutulmuş numune tekrar elenir. Her elek üzerinde kalan numuneden yeterli miktarda alınır.

**4.2.3.10.(3). Deneyin Yapılışı:**

TS EN 1367–1 standardına göre belirtilen miktarlarda tartılan numune özel tel sepetler üstüne en az 5 cm kaplayacak şekilde doymuş sodyum sülfat çözeltisi içine daldırılır. Kapların üzeri, buharlaşmaya karşı kapatılır ve 21 °C olan sıcaklıkta 16 saatten az, 18 saatten fazla olmamak üzere bekletilir.

Daldırma süresi sonunda numune çözülden çıkarılarak 15 dakika süzölmeye bırakılır. Daha sonra 110° C' lik fırında sabit ağırlığa kadar kurutulan numune fırından çıkarılır ve çözelti sıcaklığına (21° C) gelmesi beklenir. Kurutulup 21 °C sıcaklığa gelmiş numune tekrar  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  çözeltisine daldırılır, bekleme süresi sonunda çıkartılıp kurutulur. Bu işlem 5 defa tekrarlanır. Her kurutma işlemi sonucunda tanelerde ufalanma, ayrılma, çatlama, parçalanma ve dağılma olup olmadığı kontrol edilir. Beşinci daldırma işleminin sonunda fırında kurutulup 21°C'ye kadar soğutulmuş numune üzerindeki sodyum sülfatı uzaklaştırabilmek için numune ılık suyla yıkanır. Daha sonra 110 °C fırında sabit ağırlığa kadar

kurutulup, soğuması beklenir. Soğuyan numune, tane iriliklerine göre eleklerden elenir. Eleme sonunda her elek üzerinde kalan miktar tartılır.

Bu işlem sonucunda, aşağıda verilen formül kullanılarak, her test için donma kaybı yüzdesi ayrı ayrı hesaplanır. Bu kayıp yüzdeleri esas granülometri ile çarpılarak, düzeltilmiş kayıp yüzdesi bulunur. Bu değerlerin toplamı, tüm malzemenin Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'dan dolayı olan donma kaybı yüzdesini verir.

Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deneyi TS EN 1367-1'e göre yapılmıştır

M<sub>1</sub> : Üç deney numunesinin toplam ilk kuru kütlesi, gr.

M<sub>2</sub> : Belirtilen elekte tutulan üç deney numunesinin toplam nihai kuru kütlesi, gr.

F : Donma-çözülme döngüsünden sonra üç deney numunesinin kütlece yüzde kaybı,

$$F = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

#### **4.2.3.11. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/ Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar (Los Angeles) Deneyinin Yapılışı**

Numune, aşınma sınıfına göre eleklerden elenir. Her elek üzerinde kalan agrega üzerindeki kil iyice yıkanır ve 110±5 °C fırında sabit sıcaklıkta kurutulup aynı numaralı eleklerden tekrar dikkatle elenir.

Numune miktarları seçilen aşınma deney sınıfına göre tartılır. Kullanılacak deney sınıfı için gerekli küre sayısı bulunur. Hazırlanan deney numunesi ve aşındırma yükleri (küreler) Los Angeles aşındırma makinasına konur ve ağzı sıkıca kapatılır. Makineye dakikada 31-33 devir/dakika yaptırarak şekilde A,B,C,D sınıfları için 500 devir yaptırılınca numune alınır ve 1,6 mm.lik elekte elenir. Elek üzerinde kalan kısım tartılır.

Los Angeles Deneyi TS EN 1097-2 standardına göre yapılmıştır.

$$LA = 5000 - m / 50$$

m: 1,6 mm.'lik elek üzerinde kalan fraksiyon, gr.



**4.2.4. Schmidt Çekici Deneyinin Yapılması**

Schmidt çekici, kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımlarının tayininde kullanılan pratik bir testtir. Schmidt çekici deney sırasında kaya yüzeyine daima dik tutulmalıdır. Deney sonucunda bulunan değer, kayacın birim hacim ağırlığı bilindiği takdirde; grafik yardımıyla tek eksenli sıkışma dayanımı belirlenir. Bu çalışmada, kireçtaşları Deere ve Miller Sınıflamasına göre tanımlanmıştır.

**4.2.5. Büro Çalışması ve Tez Yazımı**

Saha öncesi, saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek çalışma alanının 1/25.000 ölçekli detay jeoloji haritası ve bölgenin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti hazırlanmış ve 1/25.000 ölçekli jeoloji enine kesitler çizilmiştir (Ek-3 ve Ek-4).

İnce kesitlerin petrografik tanımlaması, arazi ve ince kesit fotoğrafları yardımı ile çalışma alanının detay jeolojisi ortaya konulmuştur.

Ayırılan birimlerden kireçtaşlarının malzeme olarak kullanılabilirliği tartışılmıştır.



## 5. STRATİGRAFI

Paleotetis Okyanusu Anadolu'da Permo–Karboniferden Triyasa kadar etkinliğini sürdürmüştür. Bu etkinlik sırasında oluşan birçok kaya türü çalışma alanında mevcut olup tabandan tavana doğru aşağıdaki birimler tespit edilmiştir (Şekil 5.1).

### 5.1. Ankara Grubu (Erken–Orta–Geç Triyas)

Ankara Grubuna ait olan Emir, Elmadağ, Ortaköy, Keçikaya formasyonları ile Elmadağ formasyonu içinde bloklar halinde Permiyen yaşlı kireçtaşı, Permiyen yaşlı kırıntılar, Ortaköy formasyonu içindeki İmrahor kireçtaşı üyesi ve Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşı blokları ayırtlamıştır. Ankara grubu birimleri üzerine Akbayır formasyonu, Gabro, Gölbaşı formasyonu ve alüvyonlar gelmektedir. Ankara Grubu içerisindeki Erken Triyas yaşlı Emir formasyonu metakumtaşı, metasilttaşı ve metakiltasından oluşur. Çalışma alanında Emir formasyonunun alt sınırı gözlenmemiştir. Emir formasyonu üst sınırı Elmadağ formasyonu ile geçişlidir.

Ankara Melanji'nin başlıca serpantin ve diyabaz-bazalt, radyolarit, kireçtaşı, fliş paketleri, marn ve şeyl mercekleri ve polijenik breşlerle birlikte karışık iç yapılı bir kompleks içinde yer aldığı bir topluluk olarak tanımlanmıştır. Bölgede yaygın olarak görülen Dereköy ofiyolitli melanji, ve Eldivan Ofiyolit Topluluğudur. Dereköy ofiyolitli melanji ve Elmadağ formasyonunun Permiyen kireçtaşları üzerinde tektonik dokanakla bulunmaktadır. (Akyürek ve ark, 1996). Elmadağ formasyonu yaş bulguları ve yorumları ayrı tutulmak koşulu ile Elmadağ bloklar serisi Kalker bloklu melanji ile eşdeğer tutulabilir (Norman 1973).

Erken–Orta–Geç Triyas yaşlı Elmadağ formasyonunda üst seviyelere doğru metamorfizma etkisi azalmış olup birim kumtaşı, kiltası ve çamurtaşından oluşur. Formasyonun alt dokanağı Emir formasyonu ile üst dokanağı ise Keçikaya

formasyonu ile geçişlidir. Elmadağ formasyonu içinde Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları ile Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşı blokları izlenmektedir.

Orta–Geç Triyas yaşlı Ortaköy formasyonu'nu oluşturan volkanitler, Keçikaya formasyonu'nun alt düzeylerinde pişmeye neden olmuşlardır (Akyürek ve ark,1984). Ortaköy formasyonu diyabaz, spilit gibi kayalar ile bunların tüflerinden, volkanit malzemeli kumtaşları ve volkanitlerden oluşur. Ortaköy formasyonunun alt sınırı doğrudan gözlenmemektedir. Ortaköy formasyonu bölgede volkanizma etkinliği boyunca Elmadağ formasyonu ile girift halde oluşmuştur. Ortaköy formasyonu üstte Keçikaya formasyonu ile geçişlidir. Orta–Geç Triyas yaşlı İmrahor kireçtaşı üyesi ince–orta tabakalı gri–beyaz renkli olup çalışma alanında küçük boyutta izlenir.

Orta–Geç Triyas yaşlı Keçikaya formasyonu kireçtaşı ve kumlu kireçtaşından oluşur. Kireçtaşları ince orta taneli, gri–beyaz renkli, yer yer kristalizedir. Keçikaya formasyonu tabanda Elmadağ ve Ortaköy formasyonları geçişlidir. Keçikaya formasyonu üstte Hasanoğlan formasyonu ile geçişlidir (Akyürek ve ark, 1996). Çalışma alanında Hasanoğlan formasyonu izlenmemiştir.

Permiyen yaşlı kırıntılı bloklar çakıltaşı, kumtaşı ve kumlu kireçtaşından oluşur. Bu bloklar Elmadağ formasyonu içinde izlenir. İnce–orta taneli ve az kristalize, Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları çalışma alanında değişik boyutta bloklar halinde görülür.

Çalışma alanında Ankara Grubu birimleri üzerine gelen Jura–Erken Kretaseyaşlı Akbayır formasyonu killi kireçtaşı, ince–orta tabakalı, krem ve bej renklidir. Birim Elmadağ formasyonu içindeki Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Jura–Kretase yaşlı Gabro; Kutludüğün Köyündeki taş ocağı işletmelerinin kuzey doğusunda, Elmadağ formasyonu ile Keçikaya formasyonu dokanağında gözlemlenmiştir. Gabronun taze yüzeyi koyu gri, ayrılmış yüzeyi ise boz–açık gri renklidir.

Pliyosen yaşlı Gölbaşı formasyonu konglomera, kumtaşı, çamurtaşlarından oluşur. Formasyon yer yer gri, sarımsak ve açık kahverenklidir. Gölbaşı

formasyonu, Elmadağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir. Alüvyon kum, silt ve çakıl boyutundaki güncel çökellerdir. Alüvyonlar bazen tutturulmuş, bazen de tutturulmamış halde izlenir.

1/25.000 ölçekli Jeoloji haritası ve jeolojik enine kesitlerde kullanılan renkler ve simgeler Dönmez ve ark (2008), tarafından hazırlanan 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kırşehir I 30 paftasından alınmıştır.

#### **5.1.1. Emir Formasyonu (Erken Triyas)**

Emir formasyonu adı ilk kez Akyürek ve ark (1982), tarafından kullanılmıştır. Çalışma alanının kuzeybatısı ile güneyinde yayılım gösteren formasyon en iyi şekilde taş ocağı anayolunda görülür. İnceleme alanında otokton olan birim metakumtaşı, metasilttaşı ve metakiltaşından oluşur.

Emir formasyonunu oluşturan kaya türleri çok kıvrımlıdır. Formasyondaki ince taneli kısımlar daha çok metamorfizmaya uğramış olup taş ocakları yolunda belirgin şekilde görülür (Şekil 5.2 ve Şekil 5.3).

Şekil 5.2'de şistozitenin tabakalanmaya paralel olarak geliştiği, şekil 5.3'de ise birimde tabakaların yer yer parçalandığı görülmektedir. Kumtaşı taneleri ince-orta boyutta olup bu kayaçlarda killeşme çok yoğun görülür ve yönlenme belirgindir.

ÜST SİSTEM		SISTEM		SERİ	GRUP	FORMASYON	UYE	SİMGE	KALINLIK(M)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALARI
MESOZOYİK		Tersiyer	Jura Kretase	Kuvaterner	Göbbaş	Aluveyon	Qal	100			Güncel Çökel UYUMSUZLUK
				Pliosen							
MESOZOYİK		Erener	Orta	Geç	Kaptaya	Akcağır	JKa	50			Gabro siyah ve gri renkli, plajyoklasların çoğu bozulmuş UYUMSUZLUK
MESOZOYİK		Emir	Trel-Tro	350							Gri-Beyaz renkli, Kristalize kireçtaş, Kumlu kireçtaş
MESOZOYİK		Emir	Trel-Tro	350							Metakum, Metasilt, Metakil (Metamorfizma etkisi azalmış)
MESOZOYİK		Emir	Trel-Tro	350							İmrahor kireçtaş üyesi (Kireçtaş, Kumlu kireçtaş)
MESOZOYİK		Emir	Trel-Tro	350							Pemiyen yaşlı kireçtaş blok (Gri-beyaz renkli, çatlaklı)
MESOZOYİK		Emir	Trel-Tro	350							Metaforik kayac (Metakum, metasilt, metakil)

Şekil 5.1. İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafi Kesiti (Akyürek ve ark, 1984' den Değiştirilerek).



Şekil 5.2. Emir formasyonundan alt seviyelerinden genel görünüm



Şekil 5.3. Emir formasyonundan üst seviyelerinden bir görünüm

Killi, kumlu ve volkanik kayaçların bölgesel metamorfizmaya uğraması sonucu yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Çökelim sırasında civardaki ultramafik kütleler, çökeller arasına girmiş ve daha sonraki dönemde birlikte metamorfizmaya uğramıştır (Akyürek ve ark, 1996).

Çalışma alanındaki en yaşlı birim olan Emir formasyonunu temsil edecek şekilde formasyondan örnekler alınmıştır. Örnekler önce gözlemsel olarak incelenmiş, daha sonra bu örneklerin ince kesitleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında hazırlanmıştır.

#### 5.1.1.1. Örneklerin Gözlemsel İncelemesi

Örnek 1 meta kiltası olup taş ocaklarına giden anayolun kenarından alınmıştır. Birim ince-orta taneli, ince tabakalı ve tabakalar kıvrımlı ve parçalanmış durumdadır. Açık-koyu kahverengi renkteki birim, el ile kolaylıkla parçalanabilmektedir.

Kumtaşı olarak tanımlanan Örnek 2, Emir formasyondan Elmadağ formasyonu sınırına yakın, Kutludüğün Köyü-Topaktaş camisi civarından alınmıştır. Birim ince-orta tanelidir ve kırılmalar tabakalanma yüzeyi boyunca ve koyu kahverenkli olup metamorfizma izleri gözlemlenmemektedir.

#### 5.1.1.2. Örneklerin Mikroskopik İncelemesi

Çalışma alanındaki en yaşlı birim olan Emir formasyonundan alınan Örnek 1 üzerinde yapılan ince-kesit incelemesinde; örnek meta silttaşı olup kilt silt boyu matris içinde kuvars, biyotit, muskovit plajiyoklas, K-feldspat ve kayaç parçaları gözlenmiştir. Kuvarslar, özşekilsiz taneler halinde köşeli yuvarlağımsı veya uzamış taneler halinde grinin tonlarında girişim renklerine sahiptir. Metamorfizmanın etkisi ile uzamış kuvars tanelerinde yönlenme ve kuvars tanelerinin genelinde dalgalı sönme veya polimorf yapılar gözlenmektedir.

Biyotit ve muskovit taneleri orta, iri taneler halinde canlı girişim renklerine sahip olup boyuna iyi gelişmiş dilinim izi gözlenmektedir. Metamorfizmanın etkisi ile tanelerde yönlenme ve kıvrımlanma gözlenmektedir. Taneler alterasyonun etkisi ile kenarlarından itibaren ayrışırken, biyotit tanelerinin bir kısmı opaklaşmış vaziyette gözlenmektedir.



Plajiyoklaslar küçük taneler halinde yarı özşekilli olarak izlenmektedir. Polisentetik ikizlenme gösteren tanelerde serizitleşme yoğun olarak gözlenir. Bazı taneler tamamen serizitleşmiştir. Metamorfizmanın etkisi ile tanelerde yönlenme gözlenmektedir. Feldspat taneleri özşekilsiz taneler halinde serizitleşmiş olarak izlenmektedir.

Metamorfizmanın etkisi ile tanelerde yönlenme gözlenmektedir. Feldspat taneleri özşekilsiz taneler halinde serizitleşmiş olarak gözlenmiştir. Metamorfizmanın etkisi ile uzamış kuvars tanelerinde yönlenme ve genelinde dalgalı sönme veya polimorf yapılar gözlenmiştir.

Örnek 2 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; kayaç, kumtaşı (kuvars vake) olup kayaç % 45 kadar ince-orta taneli, küt köşeli, az yuvarlaklı kum tanelerinden oluşmaktadır. Kayaç belirgin laminalı ve lamina sınırları kahverenkli olup demirli- killi maddeler opak malzemenin birikim yeridir. Kayaç %10 kadar opak malzeme içermekte, matriksi ise kil-silt boyu kuvars, silt kil boyu malzeme ile demirli-killi malzemedен oluşmaktadır. Erime ile genişletilmiş gözenek alanları kalsit, Ferroan ve Dolomit içerir. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde turkuaz renkli ferroan dolomitin % 14 kadar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.4).

Çalışma alanında Emir formasyonunun tabanı yüzlek vermemekte olup üst sınırı Elmadağ formasyonu ile geçişlidir. Formasyonda açık kahverengi ile koyu kahverengi arasında renk değişimi gözlenmektedir. Çalışma alanının en yaşlı birimi olan Emir formasyonunda fosil tespit edilmemiş olup Akyürek ve ark (1982), tarafından formasyonunu yaşı Erken Triyas olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.4. Emir formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Metakumtaşı (kuvars vake) erime ile genişletilmiş gözenek alanları kalsit, ferroan ve dolomit dolgulu. Ol. 40X

#### 5.1.2. Elmadağ formasyonu (Erken–Orta–Geç Triyas)

Elmadağ formasyonu ilk defa Akyürek ve ark (1982), tarafından isimlendirilmiştir. Kutludüğün Yaylaları civarında ve Çatak Deresi yakınlarında yüzeylenen birimin en iyi izlendiği yer Çatak Deresinin doğusudur.

Elmadağ formasyonunda alt seviyelerinde ilksel konumunu korumuş metakiltası, metakumtaşı, metaçakiltası gözlemlenmiştir (Akyürek ve ark, 1984). Üst seviyelerine doğru ince taneli kiltası–çamurtaşı ve çakiltasından oluşan Elmadağ formasyonunda metamorfizmanın etkisi azalmış olup Çatak Deresinin güney batısında irili ufaklı yumrular şeklinde ve bariz şekilde renk değişimi ile izlenmektedir (Şekil 5.5 ve Şekil 5.6).



Şekil 5.5. Elmadağ formasyonundaki yumru yapısı



Şekil 5.6. Elmadağ formasyonundaki renk değişimleri

Elmadağ formasyonunda şekil 5.6'da görüldüğü gibi metamorfizma azalmıştır. Mentaş taş ocağı civarında breşik doku gösteren ve içerisinde değişik boyutta sarımtırak yumrular ile kahverengiden açık sarıya kadar renk değişimi gösteren birimde bozuşma belirgin olup çatlaklarda kalsit izleri görülmektedir

(Şekil 5.7). Formasyon içerisinde değişik boyutta Orta–Geç Triyas yaşlı Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşı blokları mevcuttur (Şekil 5.8).



Şekil 5.7. Elmadağ formasyonundaki renk değişimi



Şekil 5.8. Elmadağ formasyonu içindeki kireçtaşı blokları (Trel: Elmadağ Formasyonu, Trk: Keçikaya formasyonu)

Çalışma alanında geniş yer kaplayan Elmadağ formasyonunu temsil edecek şekilde formasyondan örnekler alınmıştır. Örnekler önce gözlemsel olarak incelenmiş, daha sonra örneklerin ince kesitleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında hazırlanmıştır.

#### 5.1.2.1. Örneklerin Gözlemsel İncelemesi

Örnek 3, ince kumlu siltaşı olup Kutlutaş taş ocağının kuzey doğusunda bulunan kuyu civarında alınmıştır. Örnek, ince taneli, ince tabakalıdır ve metamorfizma izleri mevcut olup sarımtırak renkli olan birim jeolog çekici ile kırılabilir. Örnek, ince taneli, ince tabakalıdır ve metamorfizma izleri mevcut olup sarımtırak renkli olan birim jeolog çekici ile kırılabilir.

Kumtaşı olarak tanımlanan Örnek 4, Kutlutaş taş ocağı civarından alınmıştır. Örnek, ince-orta taneli, ince tabakalı, açık kahve renkli olup formasyonda tabandan tavana doğru metamorfizma etkisi azalmakta ve jeolog çekici ile parçalanmaktadır.

Örnek 5 kumtaşı olarak adlandırılmış olup Kutlu Düğün Yaylası yolunda alınmıştır. Koyu griden siyaha kadar renk değişimi gösteren kayaç, ince taneli ve ince tabakalıdır ve metamorfizma izleri azalmıştır.

Örnek 6 kumtaşı olarak tanımlanmış olup Çatak Deresi kuzey doğusundan alınmıştır. Kayaç, koyu kahverenkli, ince taneli ve ince tabakalıdır ve metamorfizma izleri azalmıştır.

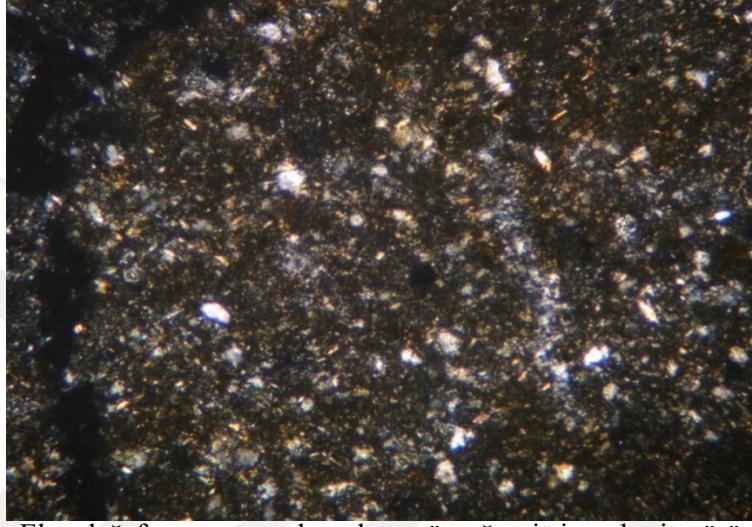
Kumtaşı olarak belirlenen Örnek 7, Kutludüğün Yaylası yolundan alınmıştır. Kayaçta koyu griden siyaha kadar renk değişimi mevcut olup ince taneli, ince tabakalı ve metamorfizma izlerinin azaldığı gözlenmiştir.

#### 5.1.2.2. Örneklerin Mikroskopik İncelemesi

Örnek 3 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde, örnek, ince kumlu siltaşı olarak tanımlanmıştır. İnce kum boyu % 7 kadardır ve küt köşeli, kuvars taneli, matriks kil malzemeli, demir oksit ile açık kahverengiye boyanmış opak minerali % 3 kadardır (Şekil 5.9).

Örnek 4 ince kesit incelemesinde; kumtaşı (kuvars vake) olup dalgalı yanma sönmelidir ve küt köşeli az yuvarlak kuvars taneleri % 40 kadardır (Şekil

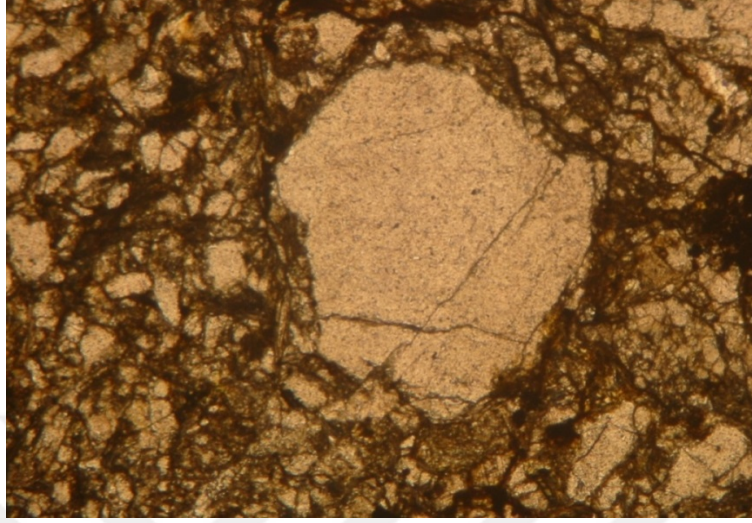
5.10). Matriksi, killi–siltli malzeme oluşturur. Kayaç %8 kadar opak mineral içermekte ve opakların matriksi kahverengiye boyadığı gözlenmektedir. (Şekil 5.11). 5, 6 ve7 nolu örneklerin ince kesit incelemesinde, kumtaşı (kuvars vake) olarak tanımlanmış olup örnek 4 ile benzer özellik göstermektedir.



Şekil 5.9. Elmadağ formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. İnce kumlu silttaşı (küt köşeli, kuvars taneli, kil dolgulu). PI. 40X



Şekil 5.10. Elmadağ formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kumtaşı–kuvars vake (az yuvarlaklı, irili ufaklı kuvars taneli). PI. 40X



Şekil 5.11. Elmadağ formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kumtaşı- kuvars vake, (matriksi killi siltli malzeme). OI. 40X

Elmadağ formasyonunun tabanında Emir formasyonu, tavanda Keçikaya formasyonu izlenir. Elmadağ formasyonu, geçiş zonunda kumtaşı, kumlu kireçtaşı ardalması olarak devam ederek Keçikaya formasyonu'na geçer. Elmadağ formasyonu yanal olarak metavolkanit, metatüf, volkarenit ve aglomeradan oluşan Ortaköy formasyonu ile giriktir (Akyürek ve ark, 1996).

Elmadağ formasyonu çökelişi devam ederken gelişen volkanizma ve bunların ürünleri değişik evrelerde çökelişe katılmışlardır. Çökelim ve volkanizma devam ederken, Karbonifer ve Permian yaşlı kırıntı ve kireçtaşları değişik boyutlarda bloklar halinde çökme havzasına gelmiş ve çökelişe katılmıştır (Akyürek ve ark, 1996).

Elmadağ formasyonu ile Ortaköy formasyonu içindeki kireçtaşı blokları, Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşı blokları, Permian yaşlı kireçtaşı blokları ve Permian yaşlı kırıntılarının yaklaşık kalınlığı toplam 350 metredir.

Çatak Deresi yakınlarında açık kahverengi ile koyu kahverengi arasında, Mentaş taş ocağı yakınlarında sarımsak renge doğru değişim gösteren Elmadağ formasyonu içinde bulunan kireçtaşı bloklarında fosil gözlemlenmiştir. Elmadağ

formasyonu içindeki bantlar halindeki bulunan kireçtaşı fosilli olup bu bantların değişik kesimlerinde bulunan *Involution Eomesozoca*, *Ophthalmidium sp.*, *Trocholina sp.* ve *Ammobaculites sp.* fosil tanımlarına dayanarak birime Erken Orta–Geç Triyas yaşı verilmiştir (Akyürek ve ark, 1996).

### 5.1.3. Ortaköy formasyonu (Orta–Geç Triyas)

Ortaköy formasyonu Akyürek ve ark (1982), tarafından isimlendirilmiştir. Çalışma alanındaki harabelerin yakınında ve Keçikaya Tepesi civarında bulunan formasyon içerisindeki Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları, değişik boyutlarda izlenir. Ortaköy formasyonu Elmadağ formasyonunun çökeliyle eşzamanlı olarak gelişmiştir.

Ortaköy formasyonu, Emir ve Elmadağ formasyonlarının çökeli sırasında başlayan ve Keçikaya formasyonu'nun alt düzeylerinin çökeline kadar süren zaman aralığında oluşmakta olan Paleotetis Okyanusu'nun bölgede etkin olan ve zaman zaman çökeller içine giren volkanizmanın ürünlerinden oluşur. Emir ve Elmadağ formasyonlarının çökeli sırasında gelişen grabenleşme sonucu oluşan çatlaklardan çıkan Ortaköy formasyonu'na ait volkanitler içinde Permiyen yaşlı bloklar gelmiştir. Ortaköy formasyonu Orta–Geç Triyas'ta oluşmuş okyanus kabuğuna ait yastık lavlı kesim olarak düşünülmektedir (Akyürek ve ark, 1996).

Koyu yeşil siyah renkli bazaltlarda pillov (yastık) yapılarının ender de olsa korunduğu kesimler vardır. Spilitler gaz boşluklu olup gaz boşlukları kalsit tarafından doldurulmuştur. Spilitlerde bölgesel kıvrımlanmaya uygun olarak belirgin yönlenme görülür (Akyürek ve ark,1984).

Birim, kısmen ilksel halini koruyan, kısmen de düşük derecede metamorfizmaya uğramış bazalt (Spilit), diyabaz türü kayalar ile bunların tüflerinden, volkanik malzemeli kumtaşlarından ve aglomeralardan oluşur (Akyürek ve ark,1984).



Ortaköy formasyonuna ait Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları ince–orta tabakalı, çatlakları kalsit ve yer yer güncel toprak dolguludur. Çalışma alanında okyanus kabuğuna ait yastık lavlar gözlenmemiş olup yalnızca formasyon içindeki Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları gözlenmiştir. Onpo taş ocağı bu formasyondaki kireçtaşı bloklarında açılmış olup Ortaköy formasyonunda açılan taş ocağı ise oldukça killidir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12. Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağından bir görünüm

Çalışma konusunu oluşturan arazide beş alanda izlenen Ortaköy formasyonu içindeki kireçtaşı bloklarından örnekler alınmıştır. Örnekler önce gözlemsel olarak incelenmiş, daha sonra bu örneklerin ince kesitleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında hazırlanmıştır.

#### 5.1.3.1. Örneklerin Gözlemsel İncelemesi

Kireçtaşı olarak tanımlanan Örnek 8 Onpo taş ocağı civarından alınmıştır. Örnek, ince–orta tabakalı ve çatlak açıklıkları milimetre boyutunda olup kalsit dolguludur ve kırılma yüzeyleri genellikle çatlak boyunca gelişmiş; taze yüzeyi

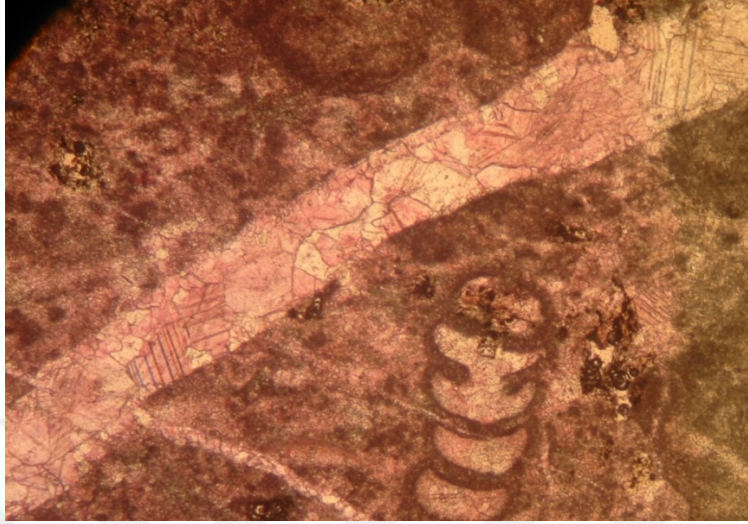
koyu gri, az pürüzlü ve dalgalı yapı izlenmekte, ayrıışmış yüzeyi ise beyazımsı renklidir.

Örnek 9 Kireçtaşı olup Onpo taş ocağının kuzey batısındaki yol kenarından alınmıştır. Örnek ince–orta tabakalı, taze yüzey kırık rengi açık gri, çok pürüzlü ve çok dalgalı yapı gözlenmekte, ayrıışmış yüzeyi ise kırmızımsı renklidir. Örnek 10 kireçtaşı olup Onpo taş ocağı işletme alanından alınmıştır. Kireçtaşları ince–orta tabakalı, bol çatlaklı ve çatlaklar yer yer milimetre boyutundan yer yer de santimetre boyutunda ve yer yer kalsit dolgulu, yer yer de güncel toprak dolgulu olup taze kırık yüzey rengi açık gri, pürüzlü ve az dalgalı yapı izlemekte, ayrıışmış yüzeyi ise beyazımsı renklidir.

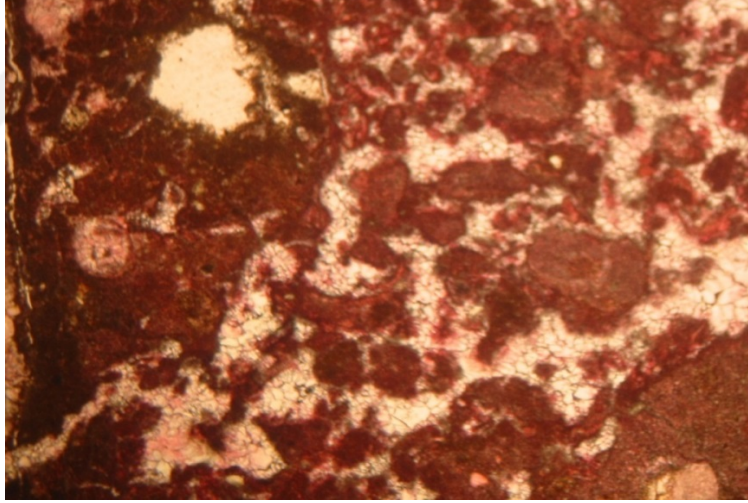
#### 5.1.3.2. Örneklerin Mikroskopik İncelemesi

Örnek 8 üzerinde yapılan İnce kesit incelemesinde; kireçtaşı (çok seyrek fosilli mikrit) olup kayaç mikritik dokuludur ve bilinmedik fosiller %2 kadardır. Fosil zırhları mikritik yapılı, içleri ise ince orta sparit kalsit dolguludur. Kayaç aşırı kırıklı, kırıklar orta kalın olup belirgin ikizlenme sparikalsit dolguludur. Erime ile genişletilmiş kırık gözenek alanları orta ve iri sparikalsitik dolguludur ve kayaç % 2–3 kadar gözenekli, dolgulu alanların % 3–4 kadarı opak, demirli killi madde içerir (Şekil 5.13). Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde çok az (%1) miktarda dolomit gözlenmiştir.

Örnek 9 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; seyrek dolomitli intrasparit, mikritik yapılı olup % 30 civarında intraklastlar zeminde saçılmış haldedir. Erime ile genişletilmiş gözenek alanları orta sparikalsit dolguludur. Saçılmış halde % 2 kadar opak mineral vardır. Bazı tanelerin etrafı demirli–killi maddeler ile kahverengiye boyanmıştır (Şekil 5.14). Seyrek kırık gözenek alanları, erime ile genişletilmiş ve orta sparikalsit ile doldurulmuştur. Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde kayaçta % 4 kadar dolomit gözlenmiştir



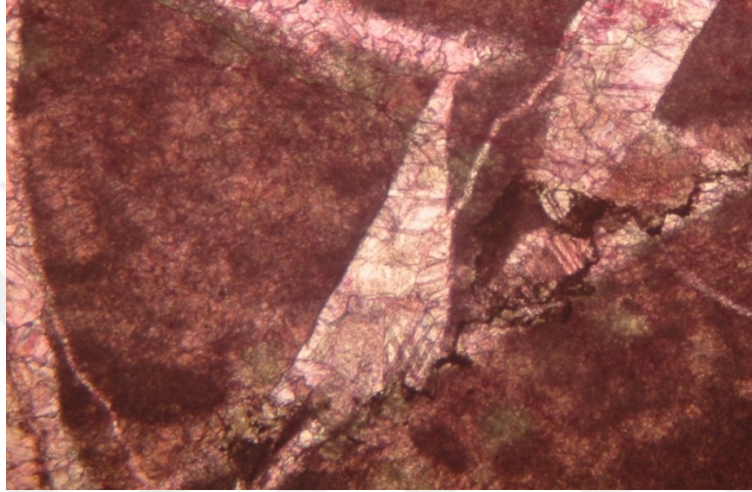
Şekil 5.13. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Çok seyrek fosilli mikritik kireçtaşında fosil zırları mikritik yapılaşmış olup içleri ince-orta sparikalsit dolguludur. OI.40X



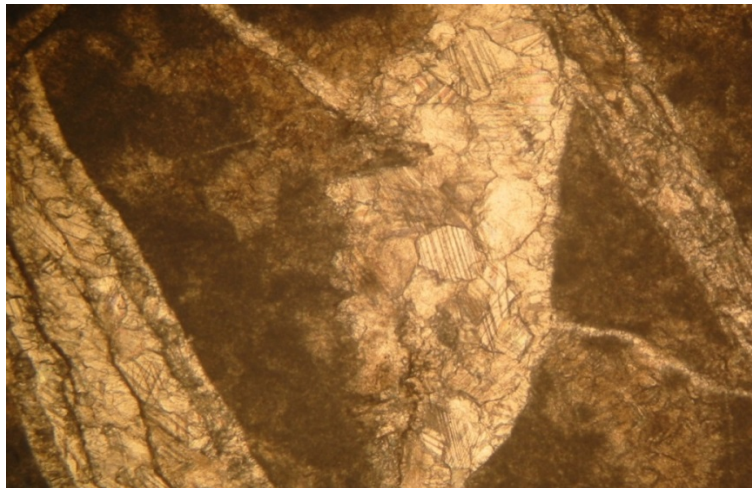
Şekil 5.14. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli intrasparit), tanelerin etrafı demirli-killi maddeler ile kahverengiye boyanmış. OI.40X

Örnek 10 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek dolomitli kireçtaşı (dolomitli mikrit) olup kayaç mikritik yapılıdır. Kayaç aşırı kırıklı olup ince kalın damarlar, ince iri belirgin ikizlenmeli ve sparikalsit dolguludur. Erime

ile genişletilmiş gözenek alanları iri sparikalsit dolgulu olup kayaç belirgin stilolilitli, yol boyları demirli–killi madde dolguludur. Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde kayaçta % 12 kadar dolomit gözlenmiştir (Şekil 5.15 ve Şekil 5.16).



Şekil 5.15. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli mikrit) belirgin ikizlenmeli, stilolilitli yol boyları demirli–killi madde dolguludur. Ol. 40X



Şekil 5.16. Ortaköy formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli mikrit) iri sparikalsit dolgulu. Pl. 40X

Çalışma alanında, Ortaköy formasyonunun alt sınırı gözlenmemekle birlikte Emir formasyonu içinde ayırtlanamamış volkanitlerin varlığı mevcut olup volkanizmanın Emir formasyonunun çökelişi süresince de bölgede etkin olduğunu göstermektedir. Ortaköy formasyonu üst sınırı ise Keçikaya formasyonu alt sınırı ile griftir. Ortaköy formasyonunun yaşı Meandrospiradinarica, Glomospira sp. ve Trochommina sp. fosilleri ile Orta-Geç Triyas olarak verilmiştir (Akyürek ve ark, 1996).

#### 5.1.3.3. İmrahor Kireçtaşı Üyesi (Orta-Geç Triyas)

Ortaköy formasyonuna ait olan İmrahor kireçtaşı üyesi çalışma alanının batısında küçük boyutlarda yüzeylenir. Birim ince-orta tabakalanmalı, gri beyaz renkli, seyrek olarak da kırmızı renktedir ve volkanik kumtaşları ile geçişli olduğu yerlerde kumlu kireçtaşı özelliğindedir (Akyürek ve ark, 1996).

İmrahor kireçtaşı üyesi, Ortaköy formasyonunun oluşumu sırasında volkanik kumtaşı, aglomeraların çökeliminden sonra zaman zaman ortamın sakinleşmesi sırasında çökelmiştir (Akyürek ve ark, 1996).

İmrahor kireçtaşı üyesinin değişik kesimlerinden derlenen örneklerde Ophthalmidium sp., Meandrospiradinarica, Glomospiradensa, Trocholina sp. Ammobaculites sp., Trochammina sp., Endothyranella sp., Duostominidae, ve Endothyra sp. fosilleri tanımlarına dayanarak birimin yaşı Orta-Geç Triyas olarak belirlenmiştir (Akyürek ve ark, 1996).

#### 5.1.4. Keçikaya formasyonu (Orta-Geç Triyas)

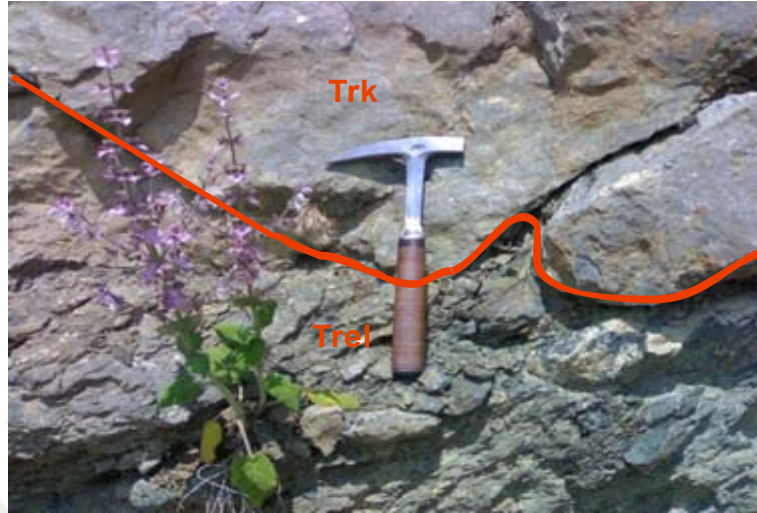
Keçikaya formasyonu (Akyürek ve ark (1982), tarafından isimlendirilmiştir. Çalışma alanında, formasyon Batı-Kuzey Doğu boyunca şerit şeklinde yüzeylenir. Keçikaya formasyonu kireçtaşı ve kumlu kireçtaşından oluşmakta olup formasyonuna ait irili, ufaklı kireçtaşı blokları Elmadağ formasyonu içinde izlenmektedir. Formasyon orta- kalın tabakalı, beyaz-gri renkli

yer yer kristalize ve yer yer dolomitleşmiş olup gri seviyeleri bol fosillidir. Keçikaya formasyonunda çatlak açıklıkları yer yer 2–8 milimetre boyutundan 1–2 santimetre boyutuna kadar gelişmiş olup çatlaklar genellikle kalsit, bazılarında ise kil dolguludur (Şekil 5. 17). Kutludüğün Yaylası yolunda Keçikaya formasyonu ile Elmadağ Formasyonu arasındaki sınır net görülmektedir (Şekil 5. 18). Orta–Geç Triyas yaşlı Keçikaya formasyonunda açılan Hurkan taş ocağında kireçtaşı çatlakları genellikle kil dolguludur.

Keçikaya formasyonu tabanda Elmadağ ve Ortaköy formasyonları ile geçişlidir. Bu formasyonda açılan taş ocakları Mentaş, Kutlutaş, Hurkan, Alkar ve Oyak taş ocaklarıdır.



Şekil 5.17. Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşlarında bulunan ince kalsit Damarları



Şekil 5.18. Keçikaya formasyonu ile Elmadağ formasyonu sınırı (Trk: Keçikaya formasyonu, Trel: Elmadağ formasyonu)

Çalışma alanında batı–kuzey doğu yönünde yayılım gösteren Keçikaya formasyonundan örnekler alınmıştır. Örnekler önce gözlemsel olarak incelenmiş, daha sonra bu örneklerin ince kesitleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında hazırlanmıştır.

#### 5.1.4.1. Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi

Örnek 11 kireçtaşı olup Çatak Deresi civarından alınmıştır. Örnek orta-kalın tabakalı, milimetre boyutundan santimetreye boyutuna kadar değişen çatlaklar yer yer kalsit dolgulu olup taze kırık yüzey rengi gri, az pürüzlü, dalgalı yapıdadır ve ayrılmış yüzey rengi açık gridir.

Kireçtaşı olarak tanımlanan Örnek 12 Keçikaya Tepesinin batısından alınmıştır. Birim orta-kalın tabakalı, çatlaklar milimetre boyutunda olup genellikle kalsit dolguludur, kırılma yüzeyleri kalsit içerir ve taze kırık yüzey rengi gri, çok az pürüzlü ve dalgalı yapı izlenmekte ve ayrılmış yüzey rengi ise açık gridir.

Kireçtaşı olarak tanımlanan Örnek 13, Hurkan taş ocağının kuzeyinde Elmadağ formasyonu içindeki Keçikaya formasyonuna ait bloklardan alınmıştır. Örnek orta-

kalın tabakalı, milimetre boyutunda çatlaklar ihtiva etmekte olup çatlaklar kalsit dolgulu ve kırılma yüzeyleri yer yer kalsitle kaplıdır. Taze kırık yüzey rengi gri, pürüzlü ve az dalgalı yapı görülmekte ve ayrışmış yüzey rengi açık gridir.

Örnek 14, kireçtaşı olup Keçikaya Tepesinin güneyinden alınmıştır. Formasyon orta-kalın tabakalı, taze kırık yüzey rengi koyu gri, ayrışmış yüzey rengi gri renkli, çatlaklar milimetre boyutunda olup çatlaklar kalsit dolgulu, bazı kırılma yüzeyleri kalsitle kaplı ve örnek yüzeyinde milimetre boyutunda çukurluklar izlenmektedir.

Örnek 15, kireçtaşı olarak tanımlanmış olup Çatak Deresinin batı tarafından alınmıştır. Örnek de, orta-kalın tabakalı ve mikro boyuttan milimetre boyutunda kadar gözlenen çatlaklar yer yer kalsit dolguludur ve taze kırık yüzey rengi gri, pürüzlü ve az dalgalı yapı görülmekte ve ayrışmış yüzey rengi açık gridir.

Kireçtaşı olarak isimlendirilmiş olan Örnek 16, Elmadağ formasyonu içindeki Keçikaya formasyonuna ait bloklardan alınmıştır. Örnek de, orta-kalın tabakalı ve mikro çatlaklı ve milimetre boyutunda çatlaklar mevcut olup çatlaklar kalsit dolgulu, kırılma yüzeylerinin bir tarafı kalsitle kaplıdır. Taze kırık yüzey rengi koyu gri, az pürüzlü, dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışmış yüzey rengi ise açık gridir.

Örnek 17, kireçtaşı olup Çatak Deresinin civarında alınmıştır. Birim, orta-kalın tabakalı, çatlaklar milimetre boyutunda, kalsit dolgulu, kireçtaşlarının kırılma yüzeyleri yer yer topraklı, taze kırık yüzey rengi koyu gri, az pürüzlü, dalgalı yapı görülmekte, ayrışmış yüzey rengi ise gridir.

Örnek 18 kireçtaşı olup Keçikaya Tepesinin kuzey doğusundan alınmıştır. Kireçtaşları orta-kalın tabakalıdır ve çatlaklar milimetre boyunda, kalsit dolgulu, yer yer toprak dolgulu ve taze kırık yüzey rengi koyu gri, pürüzlü az dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışmış yüzey ise gri renklidir.

Kireçtaşı olarak tanımlanan Örnek 19 Kutlutaş taş ocağı işletme alanından alınmıştır. Örnek orta-kalın tabakalı, çatlaklar milimetre boyutunda, yer yer kalsit



dolgulu, yer yer toprak dolguludur. Taze kırık yüzeyi açık gri, pürüzlü ve dalgalı yapı içerir ve ayrışmış yüzeyi ise açık gri renklidir.

Örnek 20 kireçtaşı olup Alkar taş ocağı işletme alanından alınmıştır. Örnek orta-kalın tabakalı, 2-5 milimetre boyutundan 1-2 santimetre boyutuna kadar çatlaklı, bazı çatlaklar kalsit dolgululu, bazısı toprak dolgu olup taze kırık yüzey rengi koyu gri, pürüzsüz ve dalgalı yapı içermekte ve örneğin ayrışmış yüzeyi ise açık gri renklidir.

Kireçtaşı olarak adlandırılan Örnek 21, Oyak taş ocağı işletme alanından alınmıştır. Kireçtaşı orta-kalın tabakalıdır ve milimetre boyutundan santimetre boyutuna kadar çatlaklar ihtiva etmekte olup kalsit dolguludur. Kırılma yüzeylerinin bir kısmında kalsit izlenmekte olup taze kırık yüzeyi gri, çok pürüzlü, dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışmış yüzeyi ise açık gri renklidir.

Örnek 22 kireçtaşı olup Hurkan taş ocağının batısından alınmıştır. Kireçtaşı orta-kalın tabakalı, çatlakları milimetre boyutunda, kırıklar güncel toprak dolgululu, taze kırık yüzey rengi beyazımsı, çok pürüzlü, dalgalı yapı göstermekte ve ayrışmış yüzey rengi ise gri kırmızımsıdır.

Örnek 23 kireçtaşı olarak tanımlanmış olup Mentaş taş ocağının güney batısından alınmıştır. Kireçtaşı orta-kalın tabakalı, mikro çatlaklı, taze kırık yüzeyi koyu gri, az pürüzlü, az dalgalı yapı izlenir ve örneğin ayrışmış yüzeyi ise gri renklidir.

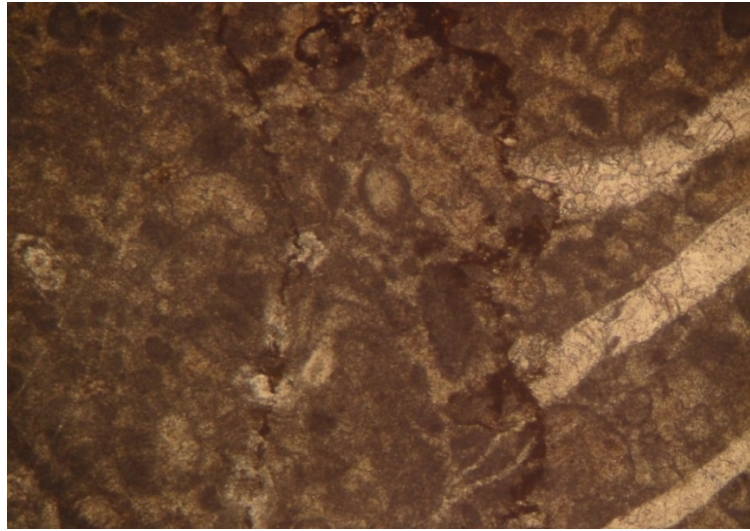
Kireçtaşı olarak adlandırılan Örnek 24, Yenimahalle Belediyesi tarafından terk edilen taş ocağı alanından alınmıştır. Kireçtaşı orta-kalın tabakalı, çatlaklar milimetre boyutundan santimetre boyutuna kadar gelişmiş olup kalsit dolguludur ve kireçtaşı kırılma yüzeylerinin bir kısmında kalsit izlenmektedir. Taze kırık yüzeyi koyu gri, pürüzsüz, çok dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışmış yüzeyi açık gri renklidir.

Örnek 25 kireçtaşı olup Keçikaya Tepesinin batı tarafından alınmıştır. Kireçtaşı orta-kalın tabakalı, çok az mikro çatlaklı, taze kırık yüzeyi koyu gri, az pürüzlü ve az dalgalı görülmekte ve ayrışmış yüzeyi koyu gri renklidir.

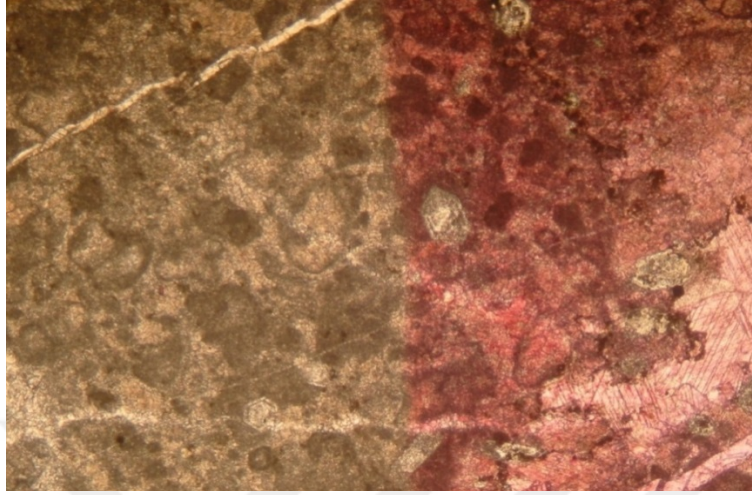
Kireçtaşı olarak tanımlanmış olan Örnek 26 Körpınar Tepesinin güney batısından alınmıştır. Kireçtaşı orta–kalın tabakalı, milimetre boyutundan santimetre boyutuna kadar oluşmuş çatlaklar genellikle kalsit dolgulu, taze kırık yüzeyi koyu gri, pürüzlü, dalgalı yapı izlenmekte ve ayrılmış yüzeyi gri renklidir.

#### 5.1.4.2. Örneklerin Mikroskobik İncelenmesi

Örnek 11 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; seyrek dolomitli kireçtaşı (intra mikrosparit) olupkayaç % 35–40 kadar mikritik yapılaşlı intraklast kapsamaktadır. Zemin çoğunlukla mikro sparikalsit yapılaşlıdır. Birbirini kesen farklı evrede oluşmuş kırıklar ince kalın olup bunlar ince kaba belirgin ikizlenmeli, sparit kalsit dolguludur. Bilinmedik fosiller % 1 kadardır. Erime ile genişletilmiş gözenek alanları, belirgin ikizlenmeli iri sparikalsit dolguludur. Stilolitik zonlar belirgin olup demirli–killi madde, opak malzeme dolguludur (Şekil 5.19). Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde kayacın % 1–2 yan yana zonlu, dolomit kristalleri kapsadığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.20).



Şekil 5.19. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli, intramikrit) ince kaba belirgin ikizlenmeli sparit kalsit dolgulu, bilinmedik fosiller. OI. 40X



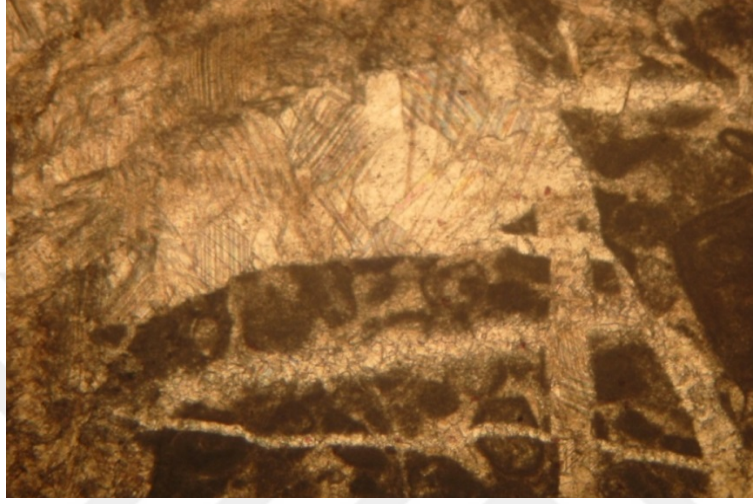
Şekil 5.20. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli, intramikrit) % 1–2 yan yana zonlu, dolomit kristalli. OI. 40X

Örnek 12 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek 11 ile benzer şekilde dolomit kristalleri % 1 civarında olup kayaç aşırı kırıklıdır ve kalın kırıklar çok iri sparikalsit dolguludur, örnekte erime ile genişletilmiş gözenek alanı ve kırıklar mevcuttur.

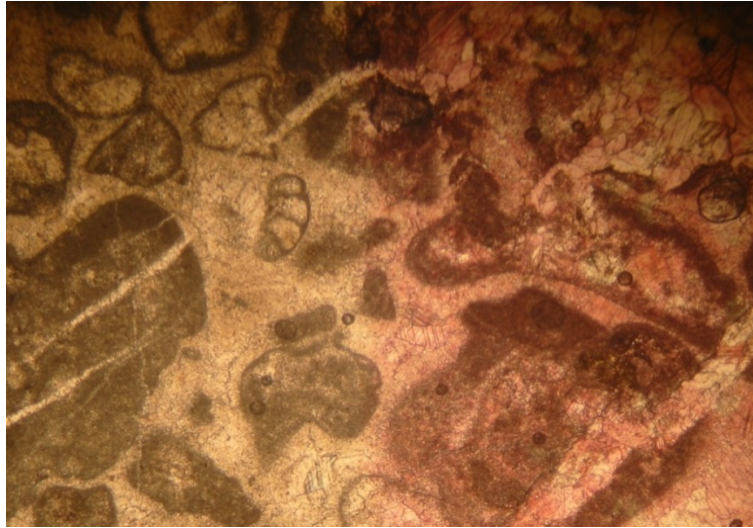
Örnek 13 ince kesit tanımlamasına göre kireçtaşı (çok seyrek dolomitli intraklastisparit) olup mikritik–mikrosparitik iri, kısmen yuvarlaklaşmış intraklastlar % 20 kadardır. Zemini, belirgin ikizlenmeli, iri–çok iri kalsit kristallerinden oluşmuş sparit oluşumları mevcuttur. Kayaç yer yer kristalize kireçtaşı konumundadır. İri intraklastlar içinde oolit, intraklast, biyoklast taneleri olağandır. Orta kalın damarlar iri sparikalsit dolguludur. Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde % 1–2 oranında dolomitin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.21).

Örnek 14 ince kesit incelenmesi neticesinde göre kireçtaşı (fosilli intrasparit) olarak tanımlanmıştır. Kayaçta mikritik yapılaşlı intraklastlar (% 30) ve biyoklastlar sparistik alanda çoğunlukla tane desteklidir. Hakim iki yönde gelişmiş orta–kalın kırıklar ile erime ile genişletilmiş koğuk gözenek alanları orta–iri sparikalsit dolguludur. Seyrek stilolitik yol boyları demirli–killi maddeler ile

kahverengiye boyanmıştır. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomitin çok seyrek olduğu gözlenmiştir (% 1) (Şekil 5.22).



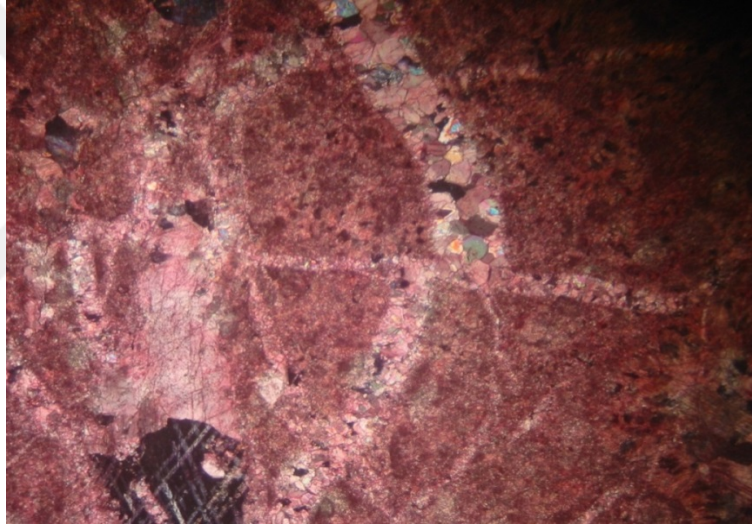
Şekil 5.21. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (çok seyrek dolomitli intraklastlı sparit) iri intraklastlar içinde oolit, intraklast, biyoklast taneleri olağan, orta kalın damarlar iri sparikalsit dolgulu. OI. 40X



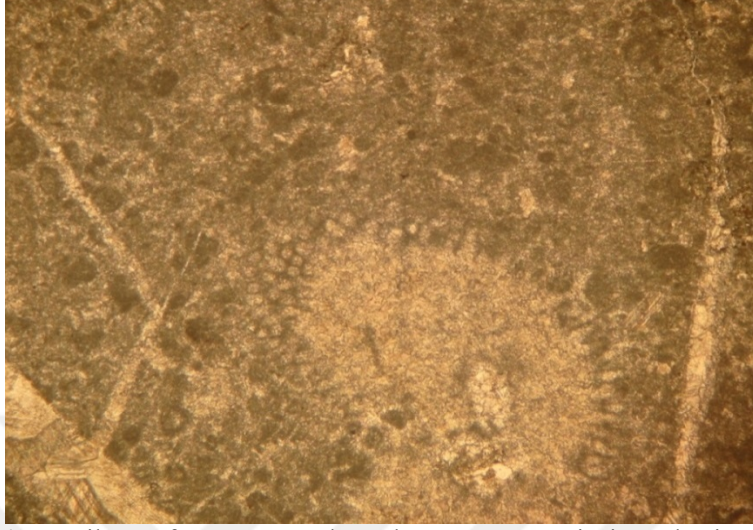
Şekil 5.22. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli intrasparit) orta-iri sparikalsit dolgulu, bilinmedik fosiller. OI. 40X

Örnek 15 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; kireçtaşı olarak tanımlanan kayaç, mikritik yapıışlı ince-orta kırıklar ince orta sparikalsit ile seyrek slitolilit yol boyları demirli-killi madde dolguludur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomit gözlenmemiştir (Şekil 5.23).

Örnek 16'nın ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (fosilli mikrit) olup mikritik yapıışlı kayaçta biyoklastlar % 7 kadar, seyrek ince- orta kırıklar ince-orta sparikalsit dolguludur. Stilolit seyrek olup kayaç % 1-2 opak minerali kapsamaktadır. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomit gözlenmemiştir (Şekil 5.24).

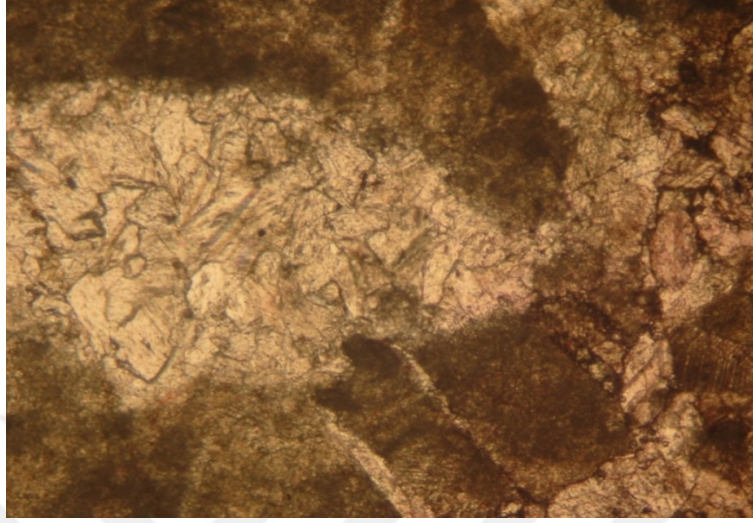


Şekil 5.23. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (mikrit) ince-orta kırıklar, ince orta sparikalsit dolgulu, seyrek slitolilit yol boyları demirli-killi madde dolgulu. PI. 40X



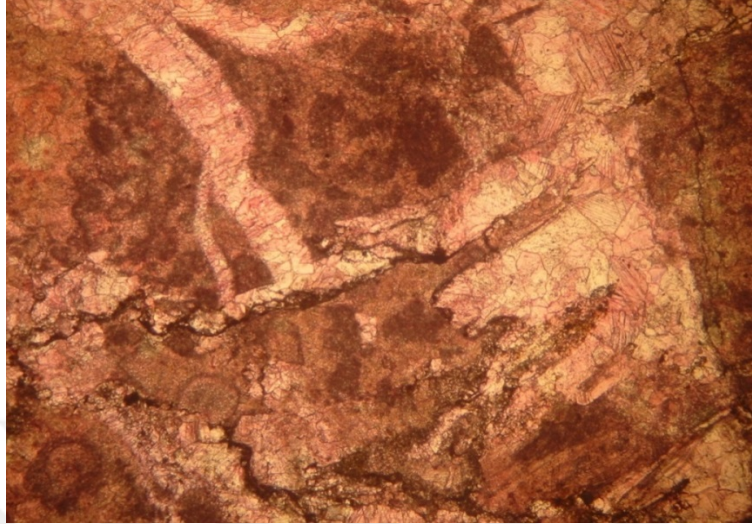
Şekil 5.24. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) mikritik yapılaşlı kayaçta biyoklastlar % 7 kadar, seyrek ince-orta kırıklar, ince-orta sparikalsit dolgulu. OI. 40X

Örnek 17'nin ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (seyrek dolomitli mikrit) olup kayaç mikritik yapı, farklı 2 evrede gelişmiş ince-kalın kırıklar orta-kaba sparikalsit dolgulu ve erime ile genişletilmiş gözenek alanları orta-iri sparikalsit dolgudur. Stilolitik yol boyları demirli-killi madde kaplı ve opak mineralleri seyrek olup Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomit % 5 kadar gözlemlenmiştir (Şekil 5.25).



Şekil 5.25. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek fosilli mikrit) farklı 2 evrede gelişmiş ince-kalın kırıklar, orta-kaba sparikalsit dolgulu, stilolitik yol boyları demirli-killi madde kaplı. OI. 40X

Örnek 18'in ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (seyrek fosilli mikrit) olarak tanımlanan kayada, mikritik zeminde seyrek fosiller ile mikritik yapılı intraklastlar oldukça seyrek. Kayaç aşırı kırıklıdır (Şekil 5.26). Kırık gözenek alanları ve erime ile genişletilmiş koçuk gözenek alanları orta-iri sparikalsit dolguludur. Kayaç stilolitik olup stilolit yol boyları demirli-killi malzeme dolguludur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomit oldukça seyrek olarak gözlemlenmiştir.

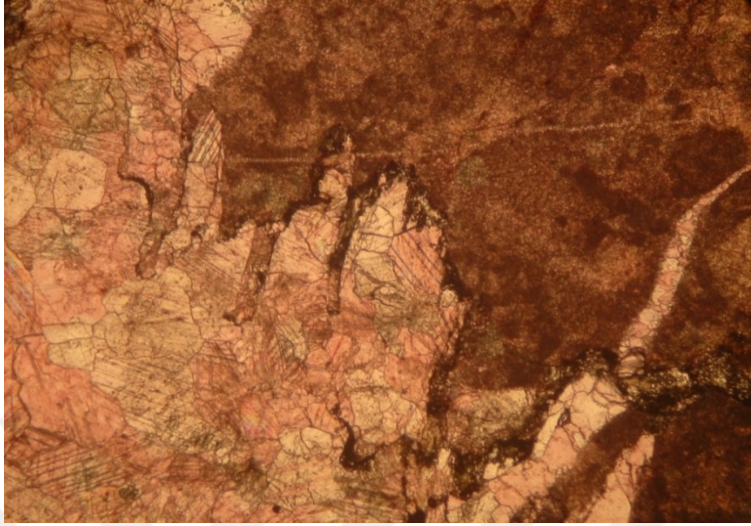


Şekil 5.26. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kayaç stilolitli olup stilolit yol boyları demirli–killi malzeme dolguludur. OI 40X

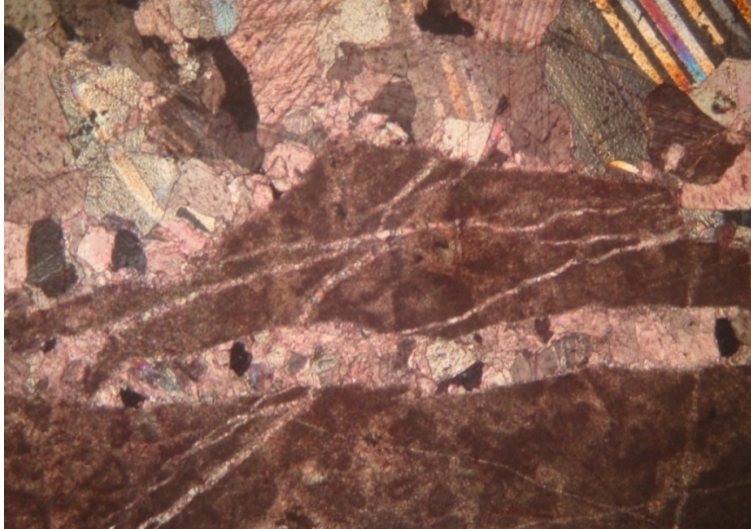
Örnek 19'un üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; kayaç kireçtaşı (mikrit/mikrosparit) olarak tanımlanmış olup mikritik yer yer mikrosparitik yapılıdır. Mikritik zırlı intraklastların içi mikrosparit dolguludur ve ince orta kırıklar ince–orta sparikalsit dolguludur. Kayaçta stilolit gelişimi yoğun olup stilolitik yol boyları demirli–killi malzeme dolguludur (Şekil 5.27).

Erime ile genişletilmiş koğuk gözenek alanları yoğun olup kayaç yer yer kristalize kayaç görünümü sunmakta ve bu alanlar belirgin ikizlenmeli iri sparikalsit dolguludur. Mikritik zırlı intraklastların içi mikrosparit dolguludur ve ince orta kırıklar ince–orta sparikalsit dolguludur (Şekil 5.28). Kayaçta %2 kadar opak minerali gözlenmiş, Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde dolomit oldukça seyrek olarak gözlemlenmiştir (%2).





Şekil 5.27. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (mikrit/mikrosparit) stilolit yol boyları demirli-killi malzeme dolgulu. OI. 40X

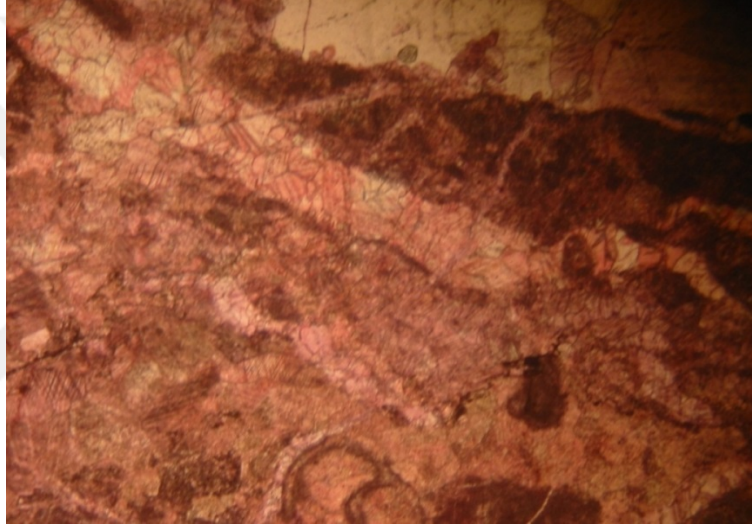


Şekil 5.28. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (mikrit/mikrosparit) belirgin ikizlenmeli, iri spatikalsit dolgulu. PI. 40X

Örnek 20'ye ait ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (seyrek fosilli intrasparit) olarak tanımlanan örnek kayada seyrek bilinmedik fosillerden oluşan

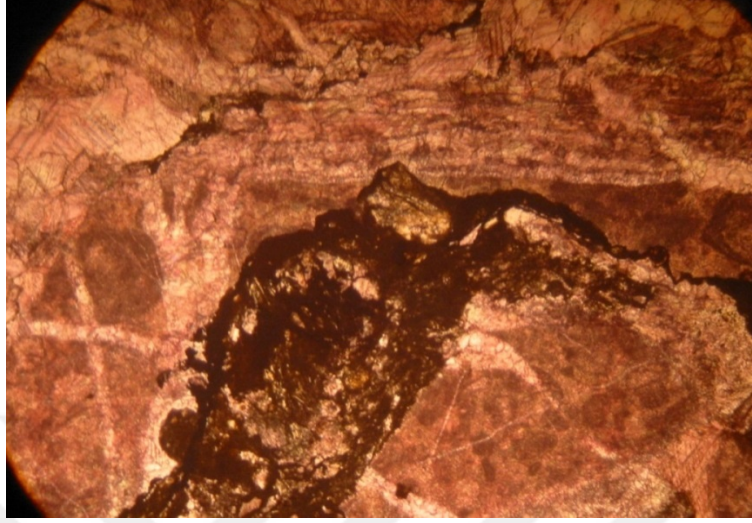
% 4 oranında biyoklastlar ile % 30 mikritik yapılılı intraklastlar sparitik zeminde yer yer tane desteklidir (Şekil 5.29).

Orta kırıklar orta sparikalsit ve erime ile genişletilmiş koçuk gözenek alanları iri sparikalsit dolguludur. Stilolit oluşumu yoğun olup yol boylarında kuvars, demirli, killi malzeme dolgulu ve kayaç % 2 kadar opak mineral içermektedir. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde kayaçta % 5 kadar dolomit gözlenmiştir.



Şekil 5.29. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek fosilli intrasparit) kayaçta seyrek bilinmedik fosillerden oluşan % 4 oranında biyoklastlar ile sparitik zeminde yer yer tane destekli. OI. 40X

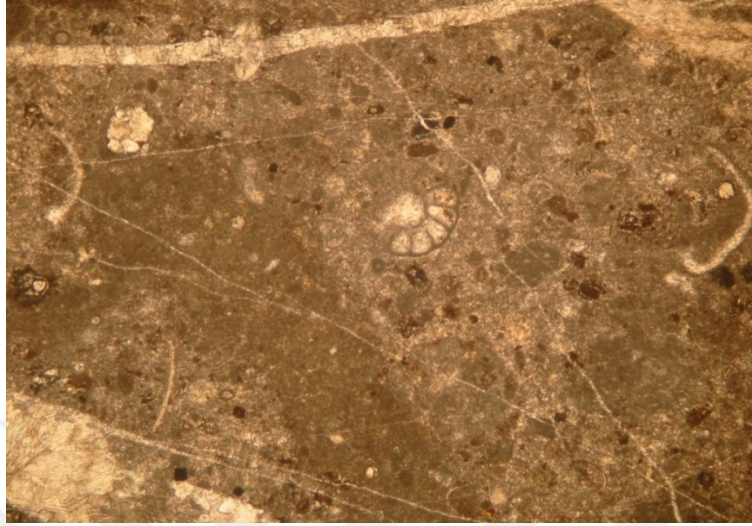
Örnek 21 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek seyrek fosilli intrasparit olarak tanımlanmış olup stilolit ve stilolit dolguları daha yoğun ve opak mineral kaplı alanlar % 10 kadardır, Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde % 4 kadar dolomit gözlenmiştir (Şekil 5.30).



Şekil 5.30. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek fosilli intrasparit) stilolit ve yoğun stilolit dolguları. OI.40X

Örnek 22 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek dolomitli kireçtaşı (seyrek fosilli dolomitli kireçtaşı) olarak tariflenmiş olup mikritik zeminde % 5 kadar biyoklast ile % 3 kadar intraklast vardır (Şekil 5.31).

Biyoklastlar mikritik zırlı olup içleri orta sparikalsit dolgulu, intra klastlar mikritik yapılıdır. Kırıklar ince-orta ve kalın olup içleri ince-orta belirgin ikizli sparikalsit dolguludur. Erime ile genişletilmiş koğuk gözenek alanı oldukça seyrek olup içleri belirgin ikizlenmeli iri sparikalsit dolguludur. Kayaçta, saçılmış kum boyu ve yoğunlaşmış halde opak mineraller % 8 kadardır. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde % 15 kadar dolomit gözlenmiştir.

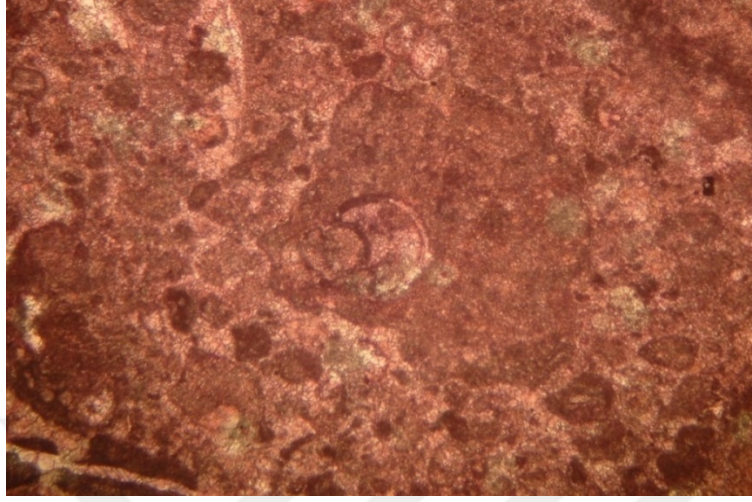


Şekil 5.31. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (seyrek fosilli dolomitli kireçtaşı) mikritik zeminde % 5 kadar biyoklast ile % 3 kadar intraklast. OI. 40X

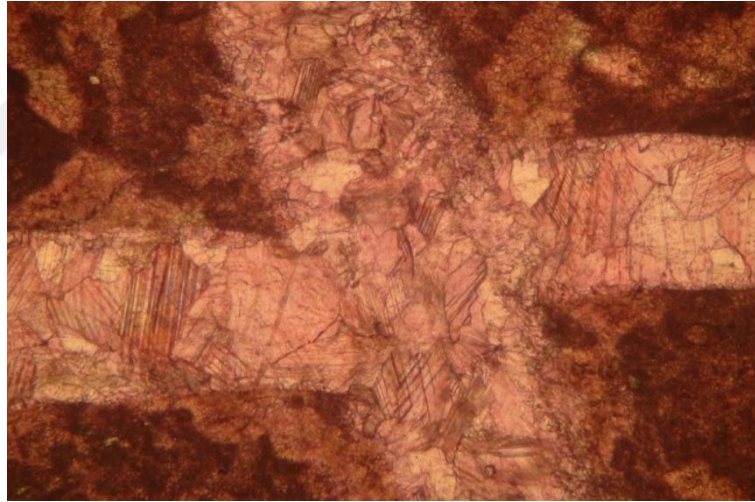
Örnek 23'ün ince kesit incelemesi neticesinde; örnek kireçtaşı (seyrek dolomitli intrasparit) olup sparitik zeminde %30 mikritik yapıli intraklastlar ile % 5 biyoklastlar tane destekli ve biyoklastlar mikritik zırlı olup içleri orta sparikalsit dolguludur (Şekil 5.32). İnce-orta kırıklar seyrek olup ince-orta sparikalsit dolguludur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde % 8 kadar dolomit gözlenmiştir.

Örnek 24 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde örnek 23 ile benzerdir. Kırık dolgular daha kalındır. Dolomit miktarı azalmıştır (%5). İnce stilolit oluşumu gözlenmiştir.

Örnek 25 ince kesit incelemesi sonucunda; örnek kireçtaşı (intrasparit) olup orta-iri sparit kristalleri zeminde yer yer belirgin ikizlenme oluşturmakta ve kayaç % 25 kadar mikritik yapıli intraklast içermektedir. İnce-orta kırıklar seyrek olup kırıklar ince-orta sparikalsit dolguludur. Stilolit gelişimi az olup kayaç %1den az opak mineral içermektedir. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomit miktarı oldukça seyrek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.33).



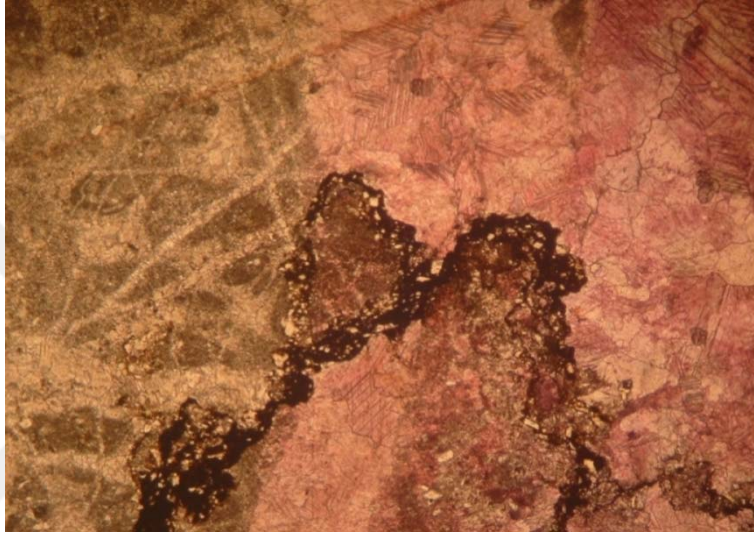
Şekil 5.32. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli intrasparit) biyoklastlar mikritik zırlı olup içleri orta sparikalsit dolgulu. OI. 40X



Şekil 5.33. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (intrasparit) ince-orta kırıklar seyrek olup ince-orta sparit dolgulu. OI. 40X

Örnek 26 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek kireçtaşı (kumlu intrasparit) olup % 10 kadar orta kum boyu, küt köşeli, az yuvarlaklı, kuvars taneleri ile % 35 kadar mikritik zırlı intraklastlar orta sparit kristallerden

oluşmuştur. Zemin içerisinde tane destekli, stilolit oluşumu yoğun olup içleri kalın kuşaklar halinde kuvars, demirli malzeme ile doldurulmuş ve koyu kahverengiye boyanmıştır (Şekil 5.34). Orta–kalın damarlar belirgin ikizlenmeli, iri sparikalsit dolgulu ve Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde dolomit oldukça seyrek olarak gözlemlenmiştir (% 5).



Şekil 5.34. Keçikaya formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (kumlu intrasparit) stilolit oluşumu yoğun, içleri kalın kuşaklar halinde kuvars, demirli malzeme ile doldurulmuş ve koyu kahverengiye boyanmış. OI. 40X

Keçikaya formasyonunun kalınlığı yaklaşık 250 metredir. Üstte ise çalışma alanımızda gözlenmeyen Hasanoğlan formasyonu Keçikaya formasyonunu uyumsuz olarak örter (Akyürek ve ark, 1996).

Ophthalimidium sp. ve Trocholinasp gibi fosiller topluluğu ile birimi Orta Triyas'tan ayırmak imkansızdır. Ancak aynı formasyon içinde yukarıda belirtilen fosillerin yanında; Involutinagaschei, Trochamminaalnitensis bulunmuştur. Bu fosil topluluğu Ladinyenden başlayarak Geç Triyas'ı temsil eder. Formasyonun yaşı Orta–Geç Triyas olarak verilmiştir (Akyürek ve ark, 1984).

**5.1.5. Ankara Grubu İçindeki Bloklar**

Çalışma alanında, Ankara grubu içinde yer alan Permien yaşlı kırıntılar ve kireçtaşı blokları gözlemlenmiştir.

**5.1.5.1. Permien Yaşlı Kırıntılı Bloklar**

Permien yaşlı kırıntılara ait bloklar çalışma alanının batısında ve Kutludüğün Yaylasında görülmektedir. Bu bloklar kumtaşı, çakıltası ve kumlu kireçtaşından oluşmaktadır. Kireçtaşları, sarı ve kahverengi renkli, ince-orta tabakalanmalı olup içinde yer yer mercan resifi ve bryozoa kolonileri izlenmektedir. Resif ve kolonilerden kopan Permien yaşlı kireçtaşı parçaları yine Permien yaşlı kumtaşı ve çakıltası ile birlikte çimentolanmıştır. Çakıltası ve kumtaşının tanelerini, kuvars, feldspat, az mika oluşturmaktadır. Çakıltası ve kumtaşının çimentosu genellikle karbonattır. Taşlaşmasını tamamlayan Permien yaşlı kırıntılılar ise Elmadağ formasyonu çökeline katılmışlardır (Akyürek ve ark, 1996).

Permien yaşlı kırıntıların gözlemlendiği yerde bir adet örnek alınmıştır. Örnek gözlemsel olarak tanımlanmış, daha sonra ince kesiti hazırlanması için Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında teslim edilmiştir.

**5.1.5.1.(1). Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi**

Örnek 27, Permien yaşlı kırıntılı blok (ince kumtaşı) olup Kutludüğün Yaylası güney doğusundan alınmıştır. Birim ince taneli ve ince tabakalıdır ve taze kırık yüzeyi koyu kahve, ayrılmış yüzeyi açık kahve renklidir.

**5.1.5.1.(2). Örneklerin Mikroskopik İncelenmesi**

Örnek 27 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek (ince kumtaşı) olup matriks içerisinde küt köşeli, az yuvarlaklı ince kuvars taneleri çoğunlukla matriks, yer yer tane desteklidir. Kayaçta az miktarda opak mineral mevcuttur. Kayaç, belirgin ikizlenmeli, iri sparikalsit dolgulu duvarları seyrekir.

Permien yaşlı kırıntılı bloklarda çimentoda ve kireçtaşı bloklarında iyi korunmuş halde Neoschwagerinecraticulifera SCHWAGER, Verbeekinaverbeeki GEINITZ, Neoendothyra sp., Polydiexodina sp., Regosofusulina sp., Pseudoschwagerina sp., Quasifusulina sp., Globivalvulina sp. fosilleri saptanmıştır (Akyürek ve ark, 1996).

#### 5.1.5.2. Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları

Permien yaşlı kireçtaşı blokları Kutludüğün Yaylasının güney batısı ve Elekçiçal Tepesinin çevresinde yüzeylemiştir. Birimin rengi açık gri–koyu gri arasında değişir. Birim ince, orta tabakalı ve az kristalize olup kireçtaşı bloğundaki çatlakların kalınlığı bazen milimetre bazen santimetre boyutundadır ve genellikle kalsit dolguludur. Birim, çekim kuvvetleri etkisi ile bloklar halinde Emir ve Elmadağ formasyonları çökelme ortamına gelmiştir (Akyürek ve ark, 1996). Formasyonlar içinde Permien yaşlı kireçtaşı blokları değişik boyutta izlenir. Yibitaş taş ocağı Permien yaşlı kireçtaşı blokları içinde açılmıştır.

Çalışma alanını en iyi temsil edecek şekilde alınan örnekler önce gözlemsel olarak incelenmiş, sonra örneklerden ince kesit hazırlanması için Çukurova Üniversitesi jeoloji mühendisliği laboratuvarına teslim edilmiştir.

#### 5.1.5.2.(1). Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi

Örnek 28, Permien yaşlı kireçtaşı bloğu olarak tanımlanmış olup Kutludüğün Yaylasının doğusundan alınmıştır. Birim ince–orta tabakalı, yer yer kılcal çatlaklı, yer yer de milimetre boyutundan santimetre boyutuna kadar değişen çatlakları içermekte ve çatlak açıklığı genellikle kalsit, yer yer kırmızı güncel toprak dolguludur ve taze kırık yüzeyi açık gri ve az pürüzlü, dalgalı yapı izlenmekte, ayrılmış yüzeyi ise gri renklidir (Şekil 5.35). Ölçülen çatlaklar genellikle kuzey-doğu doğrultulu, eğimi ise güney–batıdır.





Şekil 5.35. Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları

Permiyen yaşlı kireçtaşı bloğu olarak tanımlanan Örnek 29 Elekçiçal Tepesinin güney batısından alınmıştır. Kireçtaşı ince–orta tabakalı, mikro çatlaklı, açık taze kırık yüzey rengi beyazımsı, az pürüzlü ve az dalgalı yapı izlenir ve ayrışmış rengi gri renklidir.

Permiyen yaşlı kireçtaşı bloğu olarak adlandırılan Örnek 30 Elekçiçal Tepesinin kuzey doğusundan alınmıştır. Kireçtaşı ince–orta tabakalı, milimetre boyutunda çatlakları ihtiva etmekte olup çatlaklar yer yer kalsit, yer yer de toprak dolgulu ve taze kırık yüzey rengi açık gri, pürüzlü ve dalgalı yapı izlemekte, ayrışma yüzeyi gri renklidir.

Örnek 31, Permiyen yaşlı kireçtaşı bloğu olup Elekçiçal Tepesinin güneyinden alınmıştır. Kireçtaşı, ince–orta tabakalıdır ve içerdiği milimetre boyutunda çatlaklar genellikle kalsit dolgulu, kırılma yüzeyleri bazen kalsit kaplı, taze kırık yüzeyi gri, pürüzlü ve dalgalı yapı izlenir ve ayrışma yüzeyi gri renklidir.

Permiyen yaşlı kireçtaşı bloğu olarak tanımlanan Örnek 32, Elekçiçal Tepesinin kuzeyinden alınmıştır. Kireçtaşı ince–orta tabakalı, çatlaksız, çok az

mikro çatlaklı, taze kırık yüzeyi koyu gri, pürüzlü, dalgalı yapı gözlemlenmekte, ayrışma yüzeyi ise açık gri renklidir.

Örnek 33 kireçtaşı olup Kutludüğün Yaylası civarından alınmıştır. Kireçtaşları ince–orta tabakalı, çok az mikro çatlaklı, kırılma yüzeyinin bir kısmı kalsitle kaplı olup taze kırık yüzeyi açık gri, pürüzsüz, az dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışma yüzeyi açık gri renklidir.

Kireçtaşı olarak tanımlanan Örnek 34 Yibitaş taş ocağının işletme alanından alınmıştır. Kireçtaşı ince–orta tabakalı, milimetre boyutunda çatlaklar yer yer kalsit, yer yer toprak dolgululu; kırılma yüzeyi yer yer kalsitle kaplı, taze kırık yüzeyi açık gri, az pürüzlü, dalgalı yapı görülmekte ve ayrışma yüzeyi koyu gri renklidir.

Kireçtaşı olarak adlandırılan Örnek 35, Kutludüğün Yaylasının kuzey doğusunda alınmıştır. Kireçtaşı, ince–orta tabakalı, mikro çatlaklı, taze kırık yüzeyi açık gri, az pürüzlü, dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışma yüzeyi gri renklidir.

Kireçtaşı olarak adlandırılan Örnek 36, Elekçiçal Tepesinin güneyinden alınmıştır. Kireçtaşı ince–orta tabakalı, mikro çatlaklı, kırılma yüzeyleri bazen topraklı, taze kırık yüzeyi beyazımsı, pürüzlü, dalgalı yapı görülmekte ve ayrışma yüzeyi açık gri renklidir.

Örnek 37 kireçtaşı olup Elekçiçal Tepesinin güneyinden alınmıştır. Kireçtaşı, ince–orta tabakalı, mikro çatlaklı, taze kırık yüzeyi beyazımsı, pürüzlü, az dalgalı yapı ve ayrışma yüzeyi açık gri renklidir.

#### **5.1.5.2.(2). Örneklerin Mikroskopik İncelenmesi**

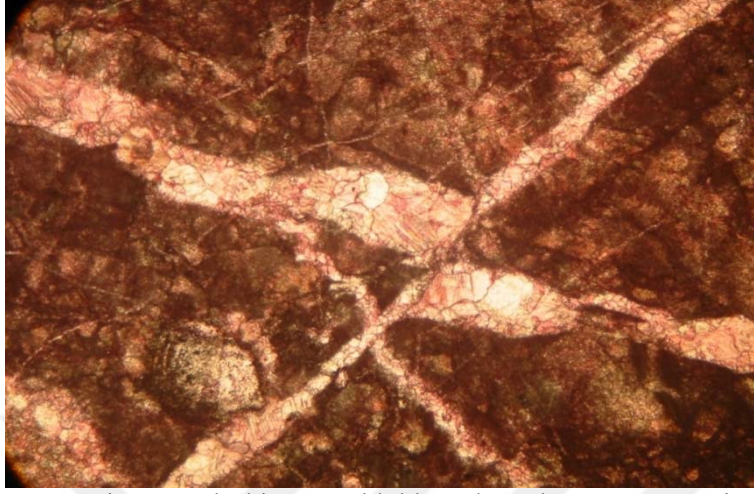
Örnek 28 ince kesit incelemesinde; seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli intrasparit) olup mikritik yapılaşlı ve seyrek dolomitli intraklastlar sparitik zeminde saçılmış haldedir. İntraklastlar, ince kırıklı, kırıklar ince–orta spari kalsit ve kayaç içerisindeki orta kalın çatlaklar orta–iri sparikalsit dolguludur (Şekil 5.36).

Kayaçta stilolit gelişimi olağan olup stilolitik yol boyları demirli killi maddelerle dolguludur. Erime ile genişletilmiş koçuk gözenek alanları iri sparikalsit dolguludur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde kayaçta % 3 kadar dolomit gözlemlenmiştir.



Şekil 5.36. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşında (seyrek dolomitli intrasparit) stilolitik yol boyları demirli-killi maddeler ile dolu. OI.40X

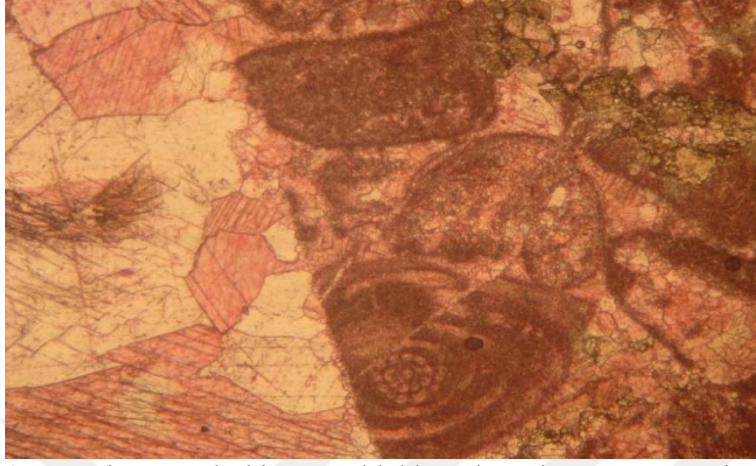
Örnek 29'un ince kesit incelemesi neticesinde; kireçtaşı (çok seyrek dolomitli mikrit) olup mikritik yapıli kayaçta dolomit oldukça seyrekdir (% 1-2). Farklı iki evrede gelişmiş orta kırıklar, belirgin ikizlenmeli, orta sparikalsit dolgulu; mikro kırıklar boyunca stilolit gelişimi seyrek olup demirli-killi madde dolguludur (Şekil 5.37).



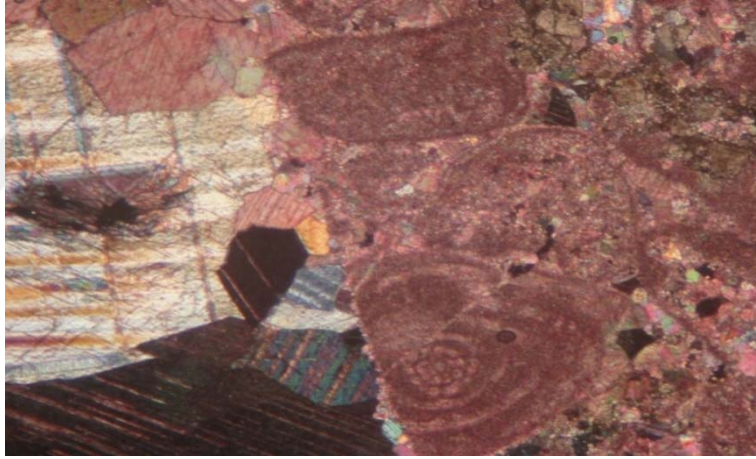
Şekil 5.37. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (çok seyrek dolomitli mikrit) belirgin ikizlenmeli, orta sparikalsit dolgulu. OI. 40X

Örnek 30'un ince kesit incelemesi neticesinde; kireçtaşı (seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) olarak tanımlanmıştır. Kayaç % 25 kadar mikritik yapılaşmış intraklast ve %7 kadar biyoklast kapsamakta; allokemler sparitik zeminde tane desteklidir (Şekil 5.38). Hakim iki yönde gelişmiş orta-kalın kırıklar orta-iri sparikalsit dolguludur. Erime ile genişletilmiş gözenek alanları belirgin ikizlenmeli iri sparikalsit dolgulu, stilotik yol boyları demirli-killi malzeme dolguludur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde % 2 kadar dolomit gözlenmiştir (Şekil 5.39 ve Şekil 5.40).

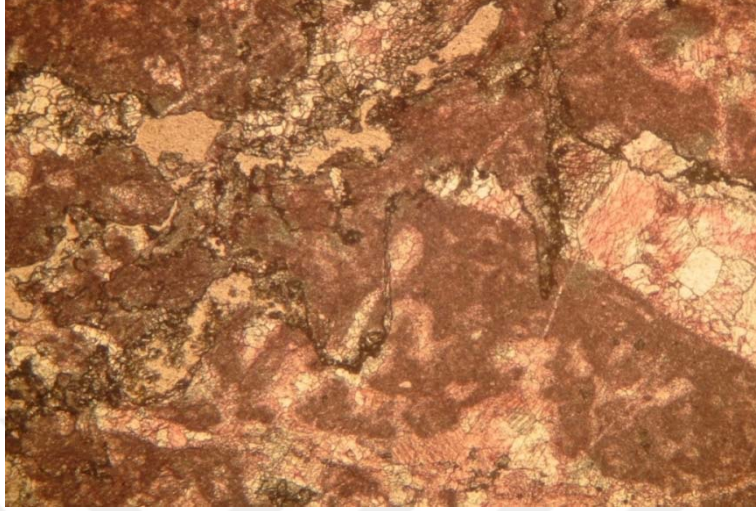
Örnek 31'in ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (seyrek dolomitli, alglı biyomikrit) olup mikritik yapılaşmış kayaçta, % 15 kadar alglı bilinmedik biyoklast ile % 10 kadar intraklast vardır. Kalın çatlaklar ve erimeyle genişletilmiş gözenek alanları orta, iri sparikalsit dolgulu olup stilolit içi demirli-killi malzeme dolgulu ve opak mineral oldukça azdır (%1). Kayaç aşırı kırıklı olup hakim iki yönde kırık gelişimi söz konusudur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde % 2 kadar dolomit gözlenmiştir (Şekil 5.41).



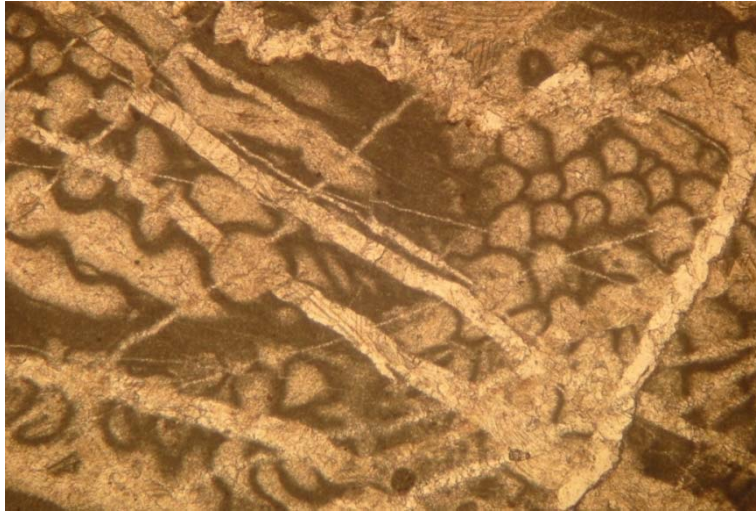
Şekil 5.38. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) allokemler sparitik zeminde tane destekli. OI. 40X



Şekil 5.39. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) orta-iri sparitik dolgulu. PI. 40X



Şekil 5.40. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, fosilli intrasparit) stilotik yol boyları demirli-killi malzeme dolgulu. OI. 40X

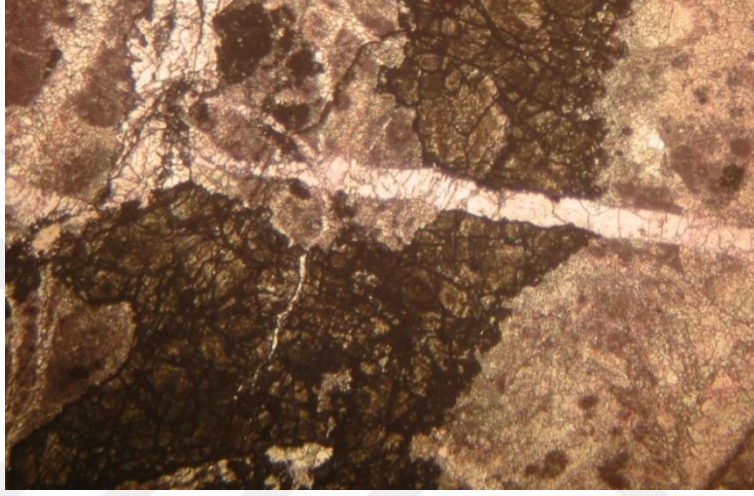


Şekil 5.41. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (seyrek dolomitli, algli biyomitrik) irispari kalsit dolgulu, stilolit içi demirli-killi malzeme dolgulu. OI. 40X

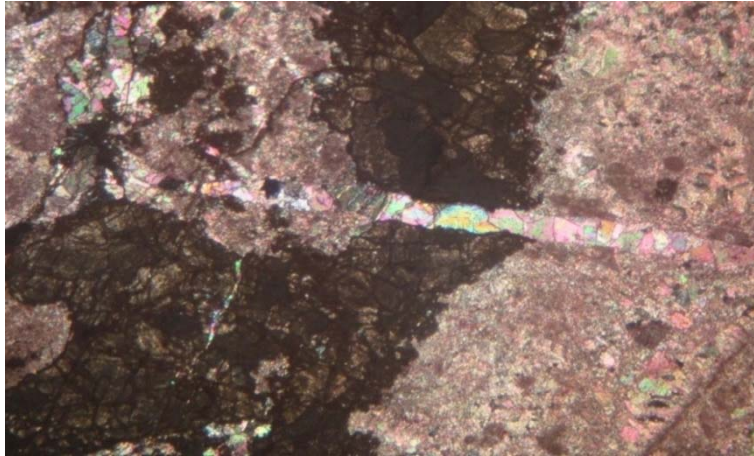
Örnek 32 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek fosilli kireçtaşı (dolomitli biyosparit) olup iri lamelli branş kavkısı ile bilinmedik fosil

kavkılarında oluşmuş biyoklastlar (% 30) ile % 5'lik mikritik yapıllı intraklastlar sparikalsitik zeminde tane desteklidir ( Şekil 5.42).

Kayaçta orta kırıklar, orta sparikalsit dolgulu olup stilolit gelişimi mevcuttur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testine göre kayaçın % 12 dolomit kapsadığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.43).

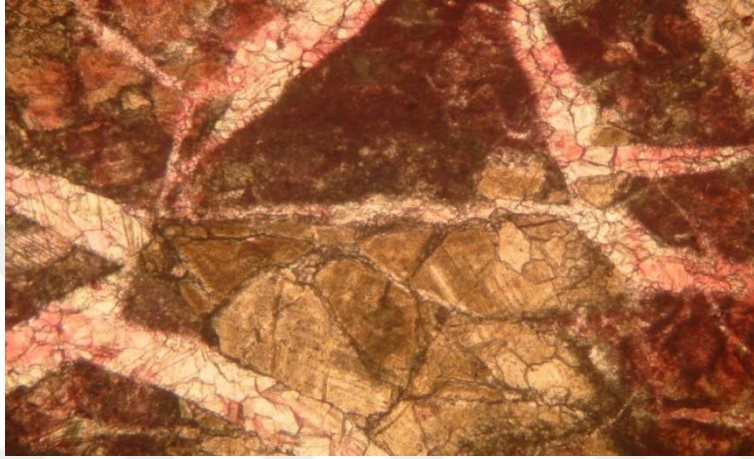


Şekil 5.42. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Fosilli kireçtaşı (dolomitli biyosparit) iri lameli branş kavkısı, bilinmedik fosil kavkılı OI. 40X



Şekil 5.43. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Fosilli kireçtaşı (dolomitli biyosparit) orta kırıklar, orta sparikalsit dolgulu. PI. 40X

Örnek 33'ün ince kesit incelemesinde; örnek seyrek dolomitli kireçtaşı (seyrek dolomitli mikrit) olarak tanımlanmıştır. Mikrit yapıslı kayaç % 5 kadar dolomit içermekte olup kayaç aşırı kırıklı, kırıklar orta–iri belirgin ikizlenmeli, sparikalsit dolguludur. Stilolitler belirgin olup demirli–killi madde içermektedir. Kayaç ince sparikalsit dolgulu ve fissürlüdür (Şekil 5.44).

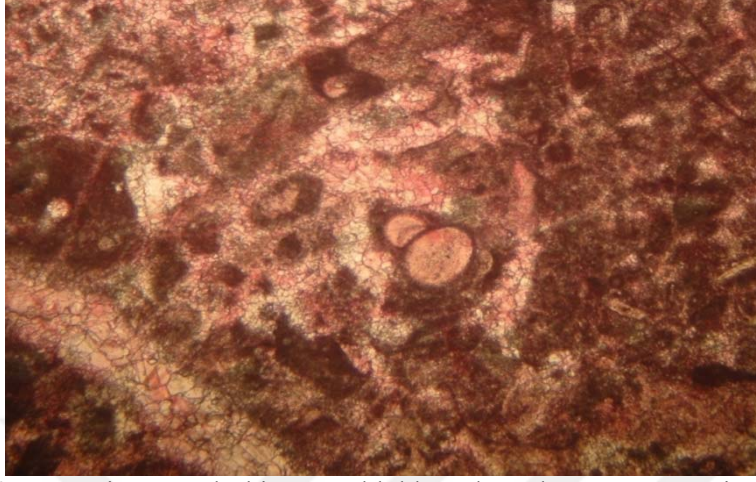


Şekil 5.44. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Seyrek dolomitli kireçtaşı ( seyrek dolomitli, mikrit) belirgin ikizlenmeli sparikalsit dolgulu. Ol. 40X

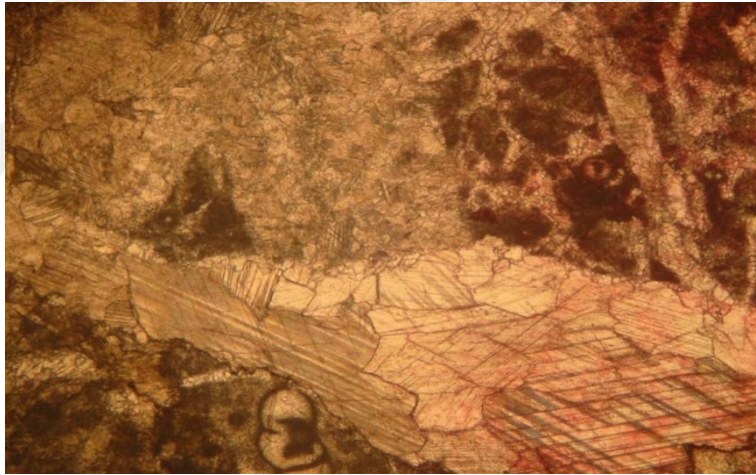
Örnek 34'ün ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (fosilli mikrit) olup seyrek fosiller %, ile mikritik yapıslı intraklastlar mikritik zeminde matriks desteklidir

( Şekil 5.45). Kayaçta farklı evrelerde oluşmuş kırıklar mevcut olup bu kırıklar ile erime ile genişletilmiş kırıklar orta–iri sparikalsit dolguludur ve stilolitik yol boyları belirgin olup demirli–killi maddeler ile doldurulmuştur. Kayacın büyük çoğunluğunu, kırık ve erime ile genişletilmiş kırık dolgusu sparikalsit oluşturmaktadır (Şekil 5.46). Kayacın stilolit gelişimi seyrek olup kayaç %2 opak minerali kapsamaktadır. Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde kayaç % 12 kadar dolomit içermektedir (Şekil 5.47).

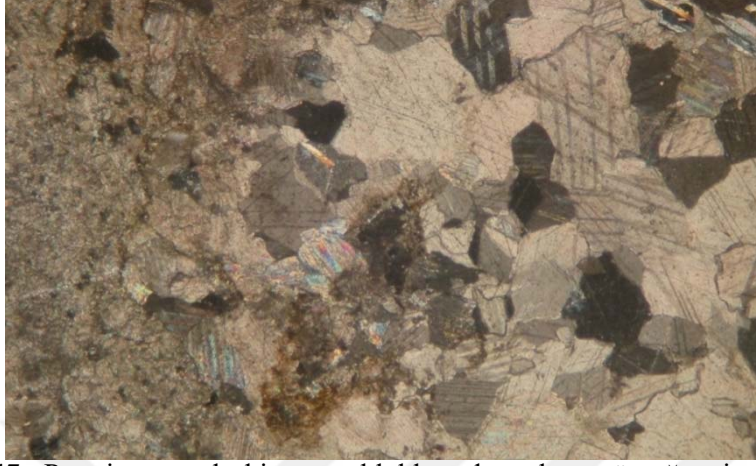




Şekil 5.45. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) seyrek fosiller, mikritik yapılılı intraklastlar mikritik zeminde matriks destekli. OI. 40X

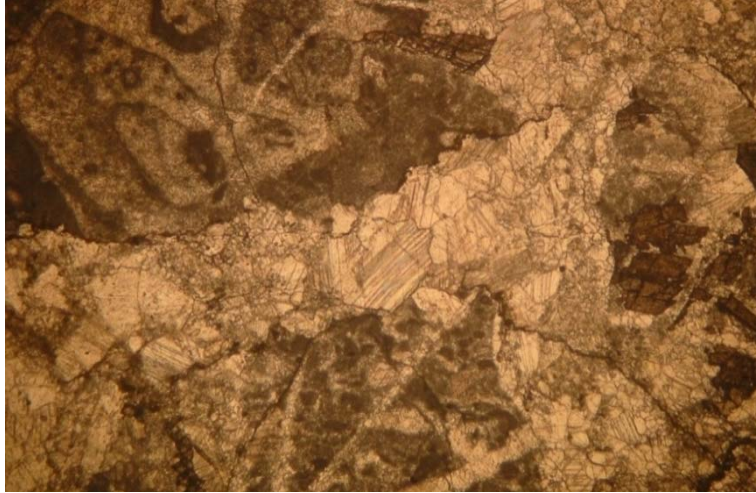


Şekil 5.46. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) orta-iri sparikalsit dolgulu. OI 40X



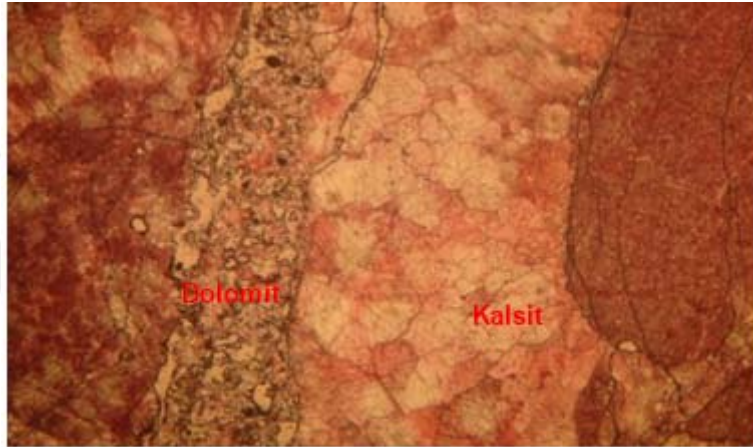
Şekil 5.47. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kayaç strolit gelişimi seyrek olup kayaç % 2 opak minerali. PI. 40X

Örnek 35'in ince kesit incelemesinde; kayaç mikritik yapıllı olup aşırı kırıklar nedeniyle yer yer breşleşmiş kireçtaşı, yer yer de yoğun erime ile genişletilmiş kırık gözenek alanı dolguları nedeniyle kristalize kireçtaşı görünümü sunmakta ve bu alanlar orta-iri belirgin ikizlenmeli, sparikalsit dolguludur (Şekil 5.48).

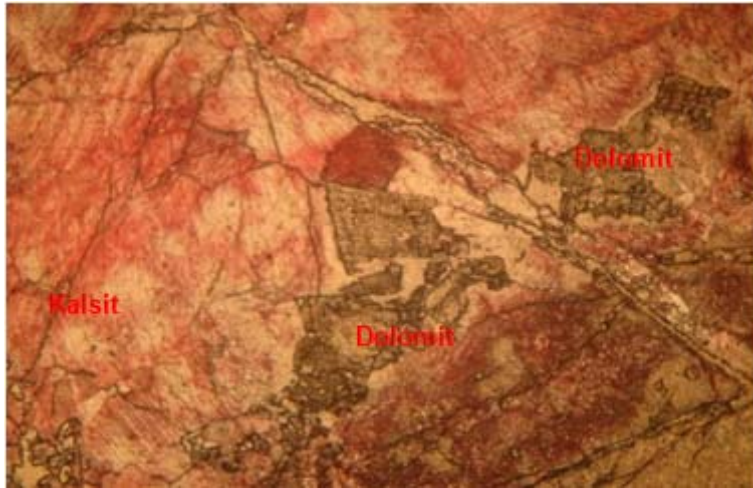


Şekil 5.48. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kayaç mikritik yapıllı olup aşırı kırıklar nedeniyle yer yer breşleşmiş kireçtaşı. OI. 40X

Örnek 36'nın ince kesit incelemesinde; kireçtaşı (fosilli mikrit) olup mikritik yapılışı kayaç seyrek fosilli, çakıltaşı yer yer belirgin ikizlenmeli, iri sparikalsit dolgulu alanlar kaya kristalize kireçtaşı görünümü vermektedir. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde kayaçta görülen % 6 kadar dolomit kristalleri, saçılmış haldedir (Şekil 5.49 ve Şekil 5.50).

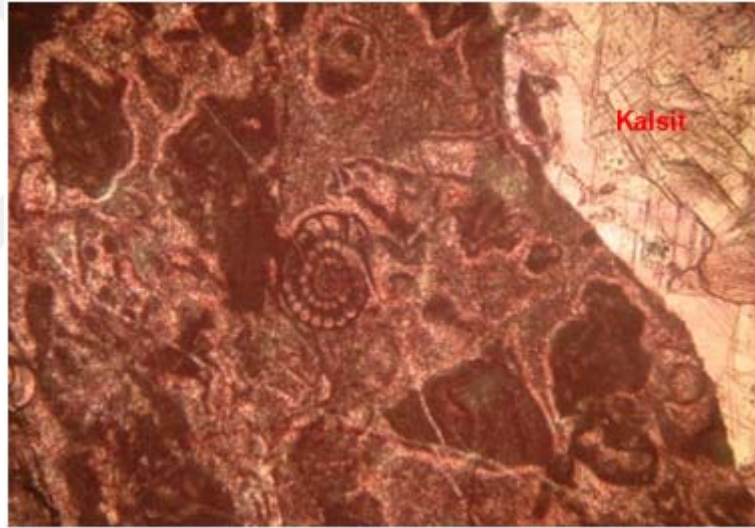


Şekil 5.49. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit) belirgin ikizlenmeli, iri sparikalsit dolgulu. OI. 40X



Şekil 5.50. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (fosilli mikrit), orta-iri dolomit kristalleri saçılmış halde. OI. 40X

Örnek 37'nin ince kesit incelemesi neticesinde; örnek kireçtaşı (biyomikrosparit) olup % 40 kadar biyoklast ile % 10 mikritik yapıllı intraklasttan oluşan allokemler, mikrospartik zeminde tane desteklidir. İnce–orta kırıklar ile seyrek erime ile oluşmuş koçuk gözenek alanı orta belirgin ikizlenmeli, yer yer iri sparikalsit dolgulu ve biyoklastlar mikritik zırlı olup içleri ince–orta spartit dolguludur. Kayaç yer yer mikritik–mikrospartik kireçtaşı, yer yer de karbonat çakıltaşı görünümünü ve erime ile genişletilmiş gözenek alanları yer yer feroan kalsit yapıllıdır. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde kayaçta %3 kadar dolomit gözlemlenmiştir (Şekil 5.51). *Pseudoschwagerina* sp. *Quasifusulina* sp. tanımlarına göre birime Permiyen yaşı verilmiştir (Akyürek ve ark, 1984).



Şekil 5.51. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örneğe ait ince kesit Görüntüsü. Kireçtaşı (biyomikrospartit), % 40 kadar biyoklast ile % 10 mikritik yapıllı intraklasttan oluşan allokemler, mikrospartik zeminde tane destekli. OI. 40X

## 5.2. Akbayır formasyonu ( Üst Jura–Erken Kretase)

Akbayır formasyonu (Akyürek ve ark (1982), tarafından isimlendirilmiştir. Kayaç, Elekliçal Tepesinin yamacında küçük bir alanı kapsar. Formasyon ince–orta tabakalı, çatlakları kalsit dolgulu, krem–bej renklidir. Akbayır formasyonunun alt

seviyeleri siltli killi olup bu düzeyler üzerinde hemipelajik kireçtaşı seviyeleri yer almaktadır.

Formasyonu oluşturan istifin en üst düzeyleri inceleme alanının batısında, yeşil renkli marnlar ve bu marnlar arasındaki olistostromal merccekleri ile tamamlanmaktadır. Akbayır formasyonunun mikritik kireçtaşı ve çörtlerinden meydana gelen olistostrom elemanlarının boyutu 2–15 cm arasında değişmektedir (Akyürek ve ark, 1996 ).

Çalışma alanının doğusunda bulunan Akbayır formasyonunu temsil edecek şekilde iki adet örnek alınmış alınmıştır. Örneklerin gözlemsel olarak incelenmesi sonrasında, Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında ince kesitleri hazırlanmıştır.

### 5.2.1. Örneklerin Gözlemsel İncelenmesi

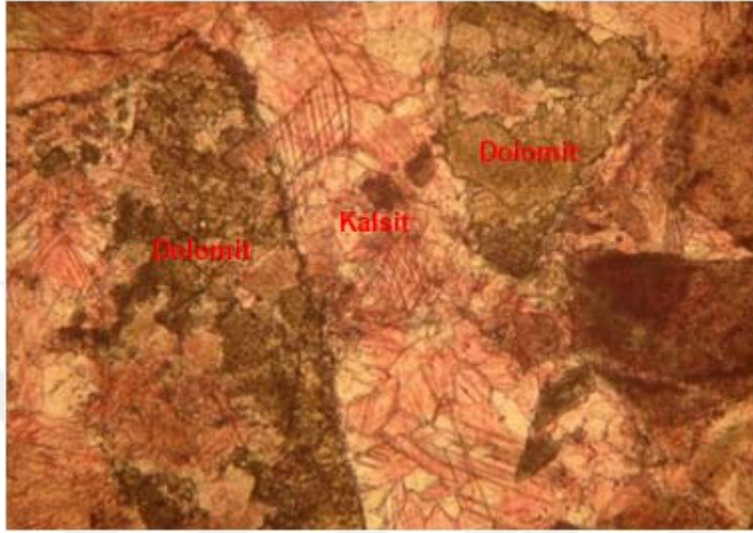
Örnek 38 killi kireçtaşı olup Elekçiçal Tepesi civarından alınmıştır. Kireçtaşı, taze kırık yüzeyi koyu gri, pürüzsüz, dalgalı yapı izlenmekte ve ayrışmış yüzeyi bej renkli, ince–orta tabakalı, çatlak açıklıkları milimetre boyutunda, yer yer kalsit izleri görülmektedir.

Killi kireçtaşı olarak tanımlanan Örnek 39, Yıbitaş taş ocağı civarından alınmıştır. Kireçtaşı, ince–orta tabakalı, çatlaklar milimetre boyutunda ve kalsit dolgulu, taze kırık yüzeyi koyu gri, az pürüzlü, dalgalı yapı izlenir ve ayrışmış yüzeyi beyazımsı renklidir.

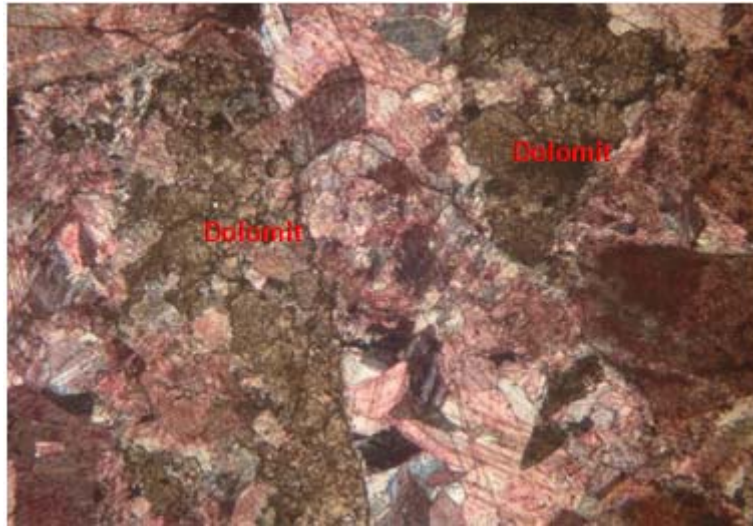
### 5.2.2. Örneklerin Mikroskopik İncelenmesi

Örnek 38 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek dolomitli kireçtaşı (dolomitli intrasparit) olup kayaç bir kısmı dolomit, bir kısmı mikritik yapılaşlıdır ve % 30 kadar intraklast kapsamaktadır (Şekil 5.52). İntraklastlar sparitik zeminde yer yer tane destekli olup kayaç yer yer kristalize, belirgin ikizli, iri kalsit kristalleri ile kireçtaşı görünümünde ve kırıklar orta–iri sparikalsit

dolguludur. Alizarin Red-S ile yapılan boyama testinde kayacın %12 dolomit kapsadığı gözlenmiştir (Şekil 5.53).

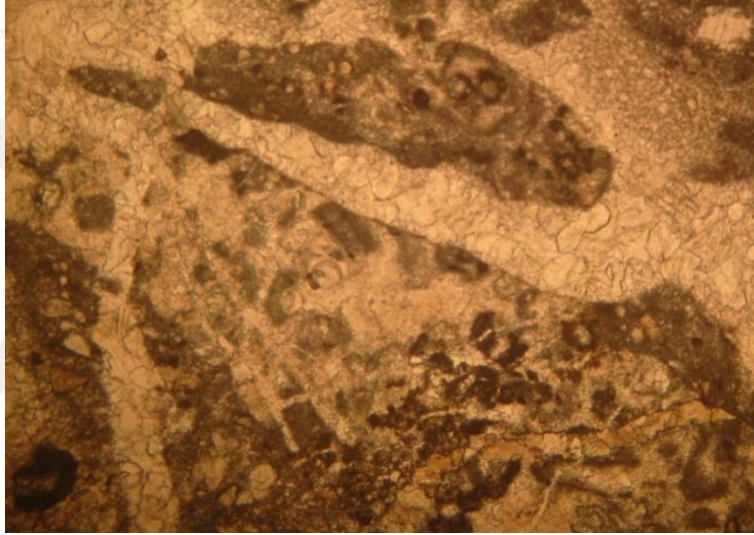


Şekil 5.52. Akbayır formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli intrasparit) bir kısmı dolomit, bir kısmı mikritik yapılışı, % 30 kadar intraklastlı. OI.40X



Şekil 5.53. Akbayır formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Dolomitli kireçtaşı (dolomitli intrasparit) İtraklastlar spartik zeminde yer yer tane destekli. PI.40X

Örnek 39 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; kayaç kireçtaşı (intrasparit) olup oldukça yuvarlaklaşmış mikritik–mikrosparitik intraklastlar orta iri sparikalsitik zeminde yer yer tane desteklidir ve erime ile genişletilmiş koçuk gözenek alanları iri, belirgin ikizli sparikalsit dolguludur. Kayaç yer yer kristalize kireçtaşı görünümündedir ve intraklastlar içerisinde seyrek fosil gözlenmiştir. Alizarin Red–S ile yapılan boyama testinde dolomit, %1 miktarı ile oldukça seyrek (Şekil 5.54).



Şekil 5.54. Akbayır formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. Kireçtaşı (intrasparit), erime ile genişletilmiş koçuk gözenekli alanları iri, belirgin ikizli sparikalsit dolguludur. Ol. 40X

Akbayır formasyonu Elmadağ formasyonu içindeki Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Formasyonun kalınlığı yaklaşık 50 metredir. Birim *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadish ve *Protoglobigerina* sp. tanımlarına dayanarak Üst Jura–Erken Kretase olarak yaşında olduğunu bildirilmiştir (Akyürek ark, 1996 ).

### 5.3. Gabro (Jura–Kretase)

Çalışma alanında çok az yüzeylenen birimden bir adet örnek alınmış olup gözlemsel olarak incelendikten sonra Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında örneğin ince kesiti hazırlanmıştır.

#### 5.3.1. Örneğin Gözlemsel İncelenmesi

Örnek 40 Gabro olup Keçikaya Tepesinin kuzey doğusunda ve Elmadağ formasyonu ile Keçikaya formasyonunun dokanağından alınmıştır. Gabronun taze kırık yüzey rengi siyah, ayrılmış yüzey boz, açık gri renkli; ayrışmanın olmadığı yerlerde siyah ve koyu gri renklidir. Şekil 5.55’de görüldüğü gibi Gabro içinde plajiyoklaslar gözlenmektedir. Plajiyoklasların çoğu bozulmuştur. Birim ayrılmış olup üst seviyeleri jeolog çekici ile rahat kazılmaktadır (Şekil 5.55).



Şekil 5.55. Gabronun bozuşmuş hali

#### 5.3.2. Örneğin Mikroskobik İncelenmesi

Örnek 40' minci ince kesiti üzerinde yapılan mikroskobik incelemede; Kayaç, klinopiroksen (%40), plajiyoklas (%30), amfibol (%25) ve opak ve aksesuar minerallerden oluşmaktadır. Kayaçta taneli ve ofitik doku



gözlenmektedir. Klinopiroksenler özşekilli-yarı özşekilli orta-iri taneler halinde bulunmaktadır. Canlı girişim renklerine sahip tanelerde birbirine dik iki yönde gelişmiş dilinim izleri gözlenmektedir.

Plajiyoklaslar yarı özşekilli-özşekilli orta-iri taneler halinde grinin tonlarında girişim renklerine sahiptir ve polisentetik ikizlenme göstermektedirler. Taneler, piroksenlerle dokanak halinde, içinde kapanım olarak veya piroksenlerin içine girik vaziyette gözlenmektedirler. Tanelerde serizitleşme alterasyonunun yoğun olduğu görülmektedir.

Amfibol tanelerinin hemen hepsi yoğun alterasyonun etkisi ile kloritleşmiş olarak gözlenmektedir.

#### **5.4. Gölbaşı formasyonu (Pliyosen)**

Gölbaşı formasyonu adı ilk kez Akyürek ve ark (1982), tarafından adlandırılmıştır. Birim çalışma alanının kuzey-batısında ve Kutludüğün Yaylası dolaylarında izlenir. Gölbaşı formasyonu, daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelir (Akyürek ark, 1996 ). Birim, tutturulmuş veya az tutturulmuş; çoğu zaman ayrılmış olarak izlenir. Konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan birim esas olarak akarsu çökellerinden oluşur. Birim, çoğunlukla tabakasız, bazen de yataya yakın tabakalıdır.

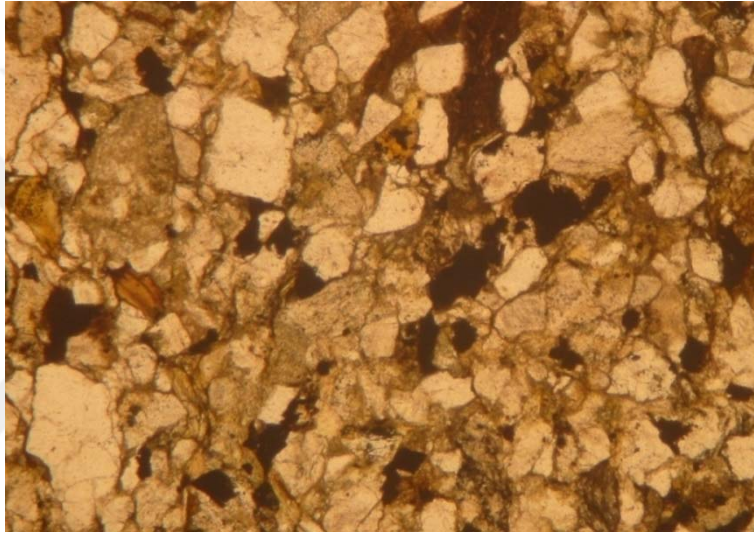
Çalışma alanında yüzeylenen Gölbaşı formasyonundan bir adet örnek alınmış olup gözlemsel olarak incelendikten sonra Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında örneğin ince kesiti hazırlanmıştır.

##### **5.4.1. Örneğin Gözlemsel İncelenmesi**

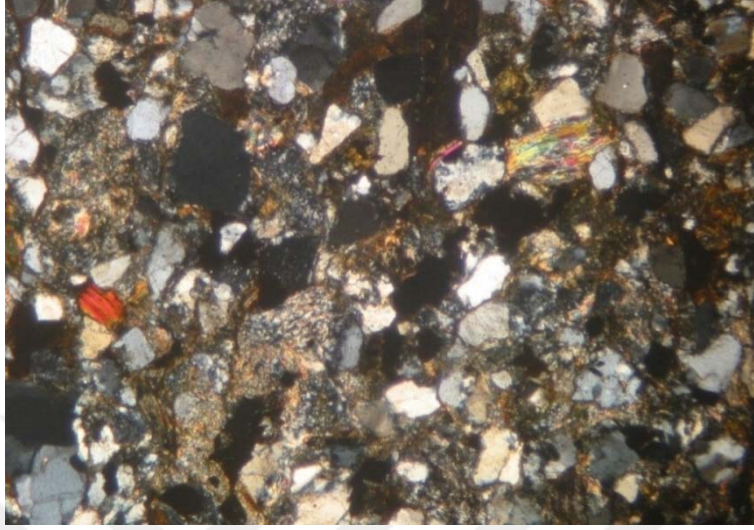
Örnek 41, ince kumtaşı olup Kutludüğün Yaylası kuzeyinden alınmıştır. Birimin içerisinde yer yer milimetre boyutunda kireç bantları mevcuttur. İnce taneli birim yer yer koyu gri, yer yer de açık kahve sarımsak renklidir.

**5.4.2. Örneğin Mikroskopik İncelenmesi**

Örnek 41 üzerinde yapılan ince kesit incelemesinde; örnek ince kumtaşı (kuvars vake) olarak tanımlanmış olup küt köşeli, az yuvarlaklı, ince kuvars taneleri çoğunlukla matriks yer yer tane desteklidir. Kayaç % 3 kadar opak mineral içermekte olup belirgin ikizlenmeli ve iri sparikalsit dolgulu duvarlar seyrekdir (Şekil 5.56 ve Şekil 5.57).



Şekil 5.56. Gölbaşı formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. İnce Kumtaşı ( kuvars vake) az yuvarlaklı, ince kuvars taneleri. OI. 40X



Şekil 5.57. Gölbaşı formasyonundan alınan örneğe ait ince kesit görüntüsü. İnce kumtaşı (kuvars vake) az yuvarlaklı, ince kuvars taneleri. Pl. 40X

Gölbaşı formasyonu Elmadağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir. Bu çalışmada Gölbaşı formasyonunda fosil gözlenmemiştir. Gölbaşı formasyonunun yaşı Pliyosen olarak verilmiştir (Akyürek ve ark, 1982).

### 5.5. Alüvyon ( Güncel)

Kutludüğün Köyü kenarında izlenmek olup çalışma alanında çok az görülür. Alüvyon genellikle farklı renklerde, değişik boyutta ve litolojili tanelerden oluşur. Alüvyon bazen tutturulmuş, bazen de tutturulmamış şeklinde izlenen, silt, kum ve çakıldan oluşur.



## 6. AGREGALARIN KİMYASAL, FİZİKSEL VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Ankara'nın 13 Ekim 1923 tarihinde başkent ilan edilmesinden sonra modern bir kent yaratma çabasıyla ilk olarak kent planlamasına başlanmıştır. Bakanlıkların kurulmasına paralel olarak nüfusu hızla artmaya başlayan kentin nüfusu günümüzde beş milyonu geçmiş bulunmaktadır. Başkente göç eden yurttaşları ihtiyaçları olan konut, hastane, yol, tünel gibi altyapı tesisleri ile köprü, hava alanı, baraj ve gölet gibi mühendislik yapılarının inşası için gerekli hammadde olan agrega da genellikle kireçtaşlarından üretilmiştir.

Kentte yaşayan insanları gereksinimi olan alt yapı ve mühendislik projeleri için ihtiyaç duyulan hammaddenin önemli bir bölümü olan agrega, nüfus artışına bağlı olarak daha fazla talep edilir hale gelmiştir. Bu nedenle, Ankara çevresinde agrega olarak kullanılabilir kireçtaşı rezervleri araştırılmış ve kentin ihtiyacı olan agrega çeşitli bölgelerden temin edilmiş; bu bölgelerden biri de Kutludüğün bölgesi olmuştur.

Kutludüğün bölgesinde işletilen taş ocakları, Keçikaya formasyonunda açılan Kutlutaş, Hurkan, Alkar, Oyak taş ocakları ve Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağı ile Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarında açılan Yibitaş taş ocağından oluşmaktadır. Kutludüğün beldesindeki gecekonduların Yenimahalle Belediyesine ait taş ocağına yaklaşması neticesinde taş ocağı terk durumdadır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Yenimahalle Belediyesinin terk ettiği taş ocağı

Çalışma alanında açılan taş ocaklarının agrega depolama sahalarından alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki agrega numunelerin mühendislik özelliklerini tespit etmek için TS, TS EN ve BS 812'nin standartlarına göre Akademi Zemin ve Kaya Mekanığı Laboratuvarı ve Polat Beton Laboratuvarında yapılmıştır.

Bu çalışma sürecinde; Kutludüğün bölgesinde işletilen taş ocaklarında üretilen agregaların mühendislik özelliklerini belirlemek için yapılan deney sonuçları, British Standart 812, TS ve TS 706 EN 12620 (Beton Agregaları) standartları ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan agrega deneylerinin ulusal ve uluslararası standartları Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Agreganın Ulusal Ve Uluslararası Standartlar

Deneyin adı	TS EN/TS	ASTM	BS
Elek analizi	TS707	ASTM D- 422	BS 812 Part1
İri /ince agrega özgül ağırlığı ve su emme	TS EN 1097-6	ASTM-C-127-88/ 128-97	BS Part 2/ 8007
Gevşek/Sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi	TS EN 1097-3 TS 3529	ASTM C 29/ C 29M-97	BS 812 part 2
Şekil indisi tayini	TS 3814 EN 933-4	ASTM D 3398	BS 812 Part105-1
Yassılık yüzdesi ve indeksi	TS 9582 EN 933-3	ASTM D 4971-10	BS 812 Part105-1
Beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini	TS 3530 EN 933-1	ASTM C 117-E 11	BS EN 933-1
Metilen Mavisini deneyi	TS EN 933-9	ASTM C1777-10	BS EN 933-9
Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini	TS EN 1367-1	ASTM C 88-05	BS EN 1367-1
Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler/parçalan ma direncinin tayini için metotlar(Los Angeles deneyi)	TS EN 1097-2	ASTM C131-96	BS EN 1097-2

### 6.1. Tanımlamalar

TS 706 EN 12620 standardının amaçları bakımından aşağıdaki terimler ve tarifler tanımlanmıştır.

**Agrega:** Yapılarda kullanılan taneli malzeme. (Agrega, doğal, yapay veya geri kazanılmış tipte olabilir.)

**Doğal Agrega:** Mekanik işlem dışında herhangi bir işleme tâbi tutulmamış olan mineral kaynaklardan elde edilen agrega.

**Karışık (tuvenan) Agregası:** İri ve ince agregaların karışımından oluşan agrega.

**Yapay Agregası:** Isıl veya diğer uygulamaları ihtiva eden bir endüstriyel işlem sonucunda elde edilen mineral kökenli agregası.

**Kırma taş:** Ana kayaçların veya büyük taşların taş ocağında patlatma yöntemiyle parçalanması ve daha sonra konkasörler tarafından kırılarak boyutsal olarak küçültülmesi ile elde edilen malzeme.

**Geri Kazanılmış Agregası:** Önceden yapılarda kullanılmış olan inorganik malzemelerin işleminden geçirilmesi sonucunda elde edilen agregası.

**Dolgu Agregası:** Çoğunluğu, 0,063 mm göz açıklıklı elekten geçen ve belirli özellikler kazandırmak amacıyla yapı malzemelerine ilâve edilen agregası.

**Agregası Tane Sınıfı (büyüklüğü):** Agregasının, alt (d) ve üst (D) elek göz açıklıkları cinsinden ifade edilen d/D olarak gösterilişi.

**İnce Agregası:** "D" değerinin 4 mm'den küçük veya 4 mm'ye eşit olduğu tane büyüklüğündeki agregası.

**İri Agregası:** "D" değerinin 4 mm'den büyük veya 4 mm'ye, "d" değerinin ise 2 mm'den büyük veya 2 mm'ye eşit olduğu tane büyüklüklerindeki agregası.

**Çok İnce Malzeme:** 0,063 mm göz açıklıklı elekten geçen agregası tane sınıfı

Doğal agregası, oluştuğu ortama göre; dere agregaları, deniz agregaları ve teras agregaları olarak sınıflandırılır.

**Dere Agregaları:** Akarsu yataklarından işletilebilen, genellikle yassı, yuvarlak şekilli olan agregası olup mika, feldspat gibi sert olmayan mineraller içermez

**Deniz Agregaları:** Genellikle ince taneli olan bu agregası türü, tuz ve fosil kabukları içerir.

**Teras Agregası:** Dik ve yüksek yamaçlardan kayan ve kopan kaya parçalarının dipte birikmesiyle meydana gelen; derecelenmesi pek iyi olmayan şeklen köşeli tane yapısı gösteren agregasıdır.

Agregaları tane yoğunluklarına göre hafif, normal, ağır agregaları olarak sınıflandırılır.



**Hafif Agreg:** Tane yoğunluğu  $2 \text{ gr/cm}^3$ 'den küçük olan agregalardır.

**Normal Agreg:** Tane yoğunluğu  $2 \text{ gr/cm}^3$ -  $3 \text{ gr/cm}^3$  arasında olan agregalardır.

**Ağır Agreg:** Tane yoğunluğu  $3 \text{ gr/cm}^3$ 'den büyük olan agregalardır.

Taş ocakları, işletme şekilleri bakımından da:

1 - Açık İşletilen ocaklar

2- Yeraltı işletmesi yapılan ocaklar

olarak ayrılırlar.

**Açık İşletme:** Rezerv üstündeki örtü kalınlığı az olan yerlerde uygulanan ve çıkarılacak malzemenin düz arazide bulunması durumunda yüzeyden derinlere doğru işletme yapılan ocak işletmeciliği.

**Yeraltı İşletme:** Taş rezerv üstündeki örtü kalınlığı fazla olan madenlerde uygulanan işletme yöntemi (Erguvanlı, 1982).

Diğer taraftan,

**Ayna İşletme:** Yamaçlarda yapılan bu tip işletmelerde bütün çalışma aynı seviyede yapılır. Çalışma alanında tabakalar yatay veya masif, az çatlaklı ise yüksek ve geniş ayna işletme ile çok miktarda ve değişik büyüklükte taş üretilmektedir (Erguvanlı, 1982).

**Kuyu-Galeri İşletme:** Bu işletmede, bir kuyu ile malzeme tabanına kadar inilmekte ve kuyunun tabanından kıymetli taşta doğru galeri sürülmektedir. (Erguvanlı, 1982).

Kireçtaşlarından üretilen agregaların mühendislik özelliklerini tespit için yapılan deney sonuçlarına göre hazır betonun kalitesi belirlenmektedir. Hazır betonun yaklaşık %70-80'ini agregalar oluşturur. Hazır betonda kullanılan agregalar TS 706 EN 12620 standardına göre üretilmektedir.

Hazır beton, endüstriyel binalar, metro, beton yollar, prefabrik yapılar, kanal inşaatı, alt yapı inşaatı, beton parke, kilit taşı, blok taşlar, beton boru, bariyer, baca elemanları, bordür, çiçeklik, erozyon kontrol alanları, apartman ve site önleri, park ve bahçeler, kaldırımlar, demiryolları, köprü, viyadük, oluk taşları, yol

duvarlar, dekoratif parke taşlarının yapımında kullanılmaktadır. Köprü, gölet, baraj ve dalga kıran gibi yapılarda kireçtaşları blokları kullanılırken, temel inşaatı, yol ve altyapı inşaatlarında ve sıkıştırma gerektiren işlerde dolgu malzemesi olarak iri/ince taneli agregalar kullanılmaktadır.

Betonun hammaddesinin yaklaşık %75–80'ini, asfaltın ise yaklaşık %95'ini agrega oluşturmaktadır.

Beton üretiminin önemli bir girdisi olan agrega gereksinimi için, Ankara'nın yakın çevresinde bulunan kireçtaşı rezervleri araştırılmış ve ekonomik olan rezervler işletilmeye açılmıştır.

Taş ocağında üretilen agreganın ekonomik olması için;

Rezerv - Kullanılabilecek malzeme yeterli miktarda olmalıdır.

Kalite–Agrega fiziksel, kimyasal, mekanik özellik yönünden uygun olmalıdır.

Çevre–Üretim yöntemi ve tesisleri kabul edilmeyen çevresel sorunlara yol açmamalıdır.

Agrega kaynağı kolay nakledilebilir ve pazara yakın olmalıdır (Tuğrul ve Yılmaz, 2006).

Agrega kaynağının fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için deneyler yapılmalı, deney sonuçları ulusal ve uluslararası standartlarına uygun olmalıdır.

Diğer taraftan,

Agregaların işletilmesinde amaca yönelik üretim yapılmalıdır.

Agregalar taşınması ve depolanması esnasında diğer malzemelerle karıştırılarak kirletilmemelidir.

Düşük kaliteli agregalar ile yüksek kaliteli agregalar birbirine karıştırılmamalı, yaklaşık 50<sup>0</sup>–60<sup>0</sup> açı ile Şekil 6.2 veya Şekil 6.10'de görüldüğü gibi depo edilmelidir.

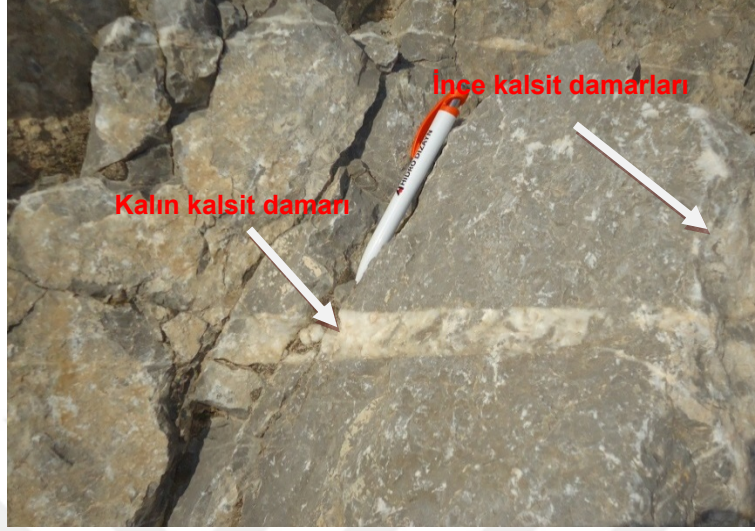
Agreganın üretim kalitesi, ocağın yerel jeolojik koşullarına bağlıdır. Üretim esnasında çevreye zarar verecek toz engellenmeli, yeraltı suyu korunmalıdır (Tuğrul ve ark, 2008). Agreganın türü, mineralojik bileşeni, dokusu önemli olan jeolojik faktörleridir (Zarif ve ark, 2003).

Ocak yeri, konkasörün yeri, dinamit deposunun yeri ile çalışanlar için sosyal tesisler, toz ve dinamit patlatmasından etkimeyecek şekilde dizayn edilmeli, bunun için ruhsat sahasının mühendislik jeolojisi verileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Betonda çatlakların oluşmasına, betonun bozulmasına ve dayanımının düşmesine neden olan; kil, mika ile kömür gibi organik maddeler, kimyasal tuzlar ve kil toprakları agrega bünyesinde bulunmamalıdır. Kireçtaşları içindeki çatlaklardaki kalsit ve güncel toprağa dikkat edilmeli ve konkasöre killi malzeme verilmesi durumunda balast bandı kullanılarak kilin agregadan ayrılması sağlanmalıdır. (Şekil 6.3, Şekil 6.4 ve Şekil 6.5).



Şekil 6.2. Keçikaya formasyonunda açılan Alkar taş ocağına ait agrega depolama şekli



Şekil 6.3. Keçikaya formasyonundaki kireçtaşı çatlaklarında ince ve kalın kalsit damarları



Şekil 6.4. Keçikaya formasyonunda açılan Alkar taş ocağında çalışan Konkasör balast bandı



Şekil 6.5. Keçikaya formasyonunda açılan Hurkan taş ocağındaki kil bandı

Agregaya karışması durumunda üretilen beton ve asfaltta çatlamlar ve düşük dayanıma neden olan killi malzeme taş ocağı işletme alanı dışına çıkarılmalıdır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6. Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağındaki killi kısım

Agrega ayrıışmış kaya, kil, seyl, mika ve sağlığa zararlı malzemeler içermemelidir (Green, 2007). Bünyesinde kil, mika gibi zararlı malzemeler içeren agregaların asfalt ve beton üretiminde kullanılması durumunda, yol ve binalarda ince çatlaklar ve yapının dayanım gücünde zayıflıklar meydana gelmektedir.

Agrega tane boyu dağılımı, agreganın aşınma mukavemetleri, tane yoğunluğu ve su emme değerleri, yassılık indeksi, şekil indisi, dona karşı mukavemet gibi değerlerinin TS 706 EN 12620 standartlarının alt ve üst limitleri arasında olması yapının dayanımını olumlu etkilemektedir. Agregas su emme oranı yüksek olması durumunda betonda donma ve çözülme olayı gelişmekte, bunun sonucunda betonda çatlaklar oluşmaktadır. Yassılık indeksinin yüksek olması halinde ise yassı taneler yüzey alanını arttırdığından beton mukavemetinin düşmesine neden olmaktadır

Granit, siyenit, diyorit, gabro, bazalt gibi sağlam kaliteli kayalar beton ve asfalt üretiminde agregas olarak kullanılabilir. Ancak, kireçtaşları; ülkemizde çok geniş yayılım göstermesi, zengin rezervlere sahip olması, kolay kırılğanlığı gibi özellikleri nedeniyle agregas üretiminde tercih edilmektedir.

Blok veren veya vermeyen (beyaz, ve mavi renkli albenisi olan kayalar) pembe kesilip parlatılan veya parlatılmayan (cilasız) dekoratif ve kaplama amaçlı kullanılabilen her türlü kayaya mermerin ticari tanımı denir (Öneç, 2008).

Doğal taş olan kireçtaşları ticari anlamda mermer olma özelliğine sahip olması durumunda, mermer işletmesi olarak da kullanılabilir. Ancak, çalışma alanında bulunan kireçtaşlarının mermer olarak işletilebilmesini araştırmak için üretim denemeleri yapılmış olup kireçtaşlarının çatlaklı olması, çatlaklarda kil, kalsit damarları bulunması nedeniyle bu çalışmalar başarısız olmuştur (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. Çalışma alanı sınırında bir mermer üretimi denemesi

Kent yerleşkesinin inceleme alanındaki taş ocaklarına yaklaşmasıyla beraber bu ocakların kapatılması gündeme gelmiştir. Şekil 6.1’de Yenimahalle Belediyesinin terk ettiği taş ocağı, yıllar sonra Mamak Belediyesi tarafından şekil 6.11’da görüldüğü gibi sokak hayvanları barınağı olarak kullanılmak üzere tekrar düzenlenmiştir.

Belediyelerde imar planları yapılırken, ileride kentin ihtiyacı olacak agrega yataklarını koruyacak şekilde plan yapmasının önemli olduğu bu örnekte de görülmüştür.

## 6.2. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Kimyasal Analiz Değerlerine Göre Sınıflanması

Çalışma alanından alınan 41 adet örnek üzerinde kimyasal analiz yapılmıştır. Çeşitli birimlerden alınan örneklerin bir kısmı kireçtaşı olup kireçtaşı örnekleri Ortaköy, Keçikaya, Akbayır formasyonları ile Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından alınmıştır.

Bu örneklerin kimyasal analiz sonuçları tanımlanmış ve beton üretimi açısından değerlendirilmiştir.

Hazır betonda agrega olarak kullanılacak kireçtaşların MgO oranının %3'ün altında olması istenmektedir (Yılmaz ve ark, 2011). Bütün örneklerde MgO sonuçları %3'ün altında bulunmasına karşın, örnek 22'de MgO %3.71 bulunmuştur . Kireçtaşları üzerinde yapılan kimyasal analizlerde en düşük CaCO<sub>3</sub> oranı örnek 9'da %84.78, en yüksek CaCO<sub>3</sub> oranı ise örnek 15'de %97.54 olarak saptanmıştır (Ek-1).

Ortaköy formasyonu içindeki kireçtaşı bloklarından alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre, 8 ve 10 no.lu örnekler kireçtaşı, 9 no.lu örnek ise kirli kireçtaşı olarak tespit edilmiştir (Şekil 6.8).

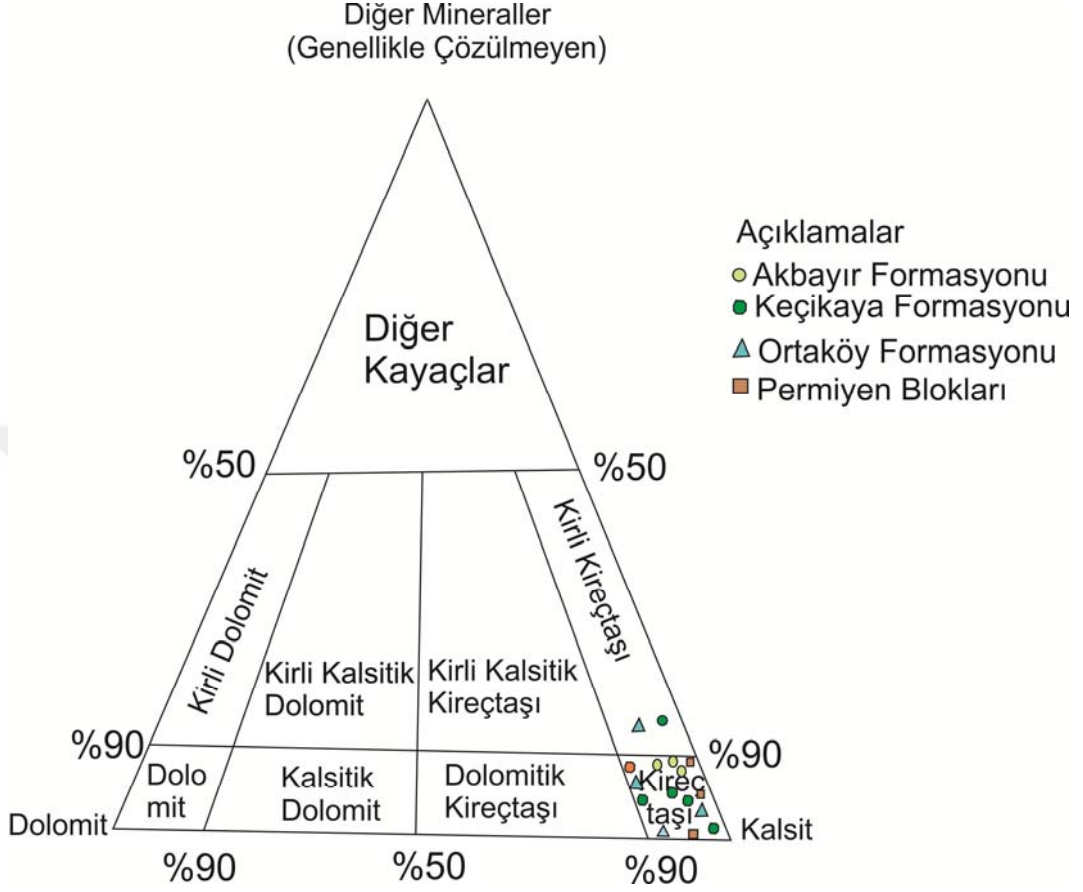
Keçikaya formasyonundan alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre, örnek 22 kirli (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi istenmeyen malzemeler içeren) kireçtaşı, diğer örnekler ise kireçtaşı olarak tespit edilmiştir (Şekil 6.8).

Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarından alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları göre, tüm örneklerdeki CaCO<sub>3</sub> yüzdesi %90'ın üstünde bulunmuş ve tüm örnekler kireçtaşı olarak tanımlanmıştır (Şekil 6.8).

Akbayır formasyonundan alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları göre örnek 38'de CaCO<sub>3</sub> %91.97, örnek 39'da ise CaCO<sub>3</sub> %92.09 bulunmuş olup örnekler kireçtaşı olarak tanımlanmıştır (Şekil 6.8).

Çalışma alanında alınan kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonucunda en yüksek MgO %3.7 bulunduğundan, az da olsa kireçtaşlarında dolomit varlığı tespit edilmiştir.





Şekil 6.8. Dolomit Ve Kalsit İçeriğine Bağlı Olarak Karbonatlı Kayaçların Sınıflaması (Harben,1995: Kırıkoğlu, 1996).

Ankara İli Mamak İlçesinde Keçikaya formasyonu ve Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarında işletilen taş ocaklarından alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal analizlerde  $\text{SiO}_2$  yüzdesi sırasıyla ortalaması %0,43 ve %0,48 bulunmuştur (Kayabaşı ve ark, 2018). Kireçtaşlarının silis içeriğinin % 2'yi geçtiği durumlarda ASR riski olduğunu belirtmiştir (West, 1996).

### 6.3. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları

Keçikaya formasyonunda açılan sekiz taş ocağından bu formasyonu temsil edecek şekilde Kutlutaş, Mentaş, Hurkan, Alkar ve Oyak taş ocakları çalışma için seçilmiştir (Şekil 6.9).

Seçilen ocaklardan alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde birer adet elek analizi ile ince/iri agrega tane yoğunluğu ve su emme, gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi, şekil indisi tayini, yassılık yüzdesi ve indeksi, beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini, metilen mavisi deneyi, donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini, agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler/parçalanma direncinin tayini için bir metot olan Los Angeles deneyinden ikişer adet yapılmıştır. Ayrıca arazide bulunan kireçtaşları üzerine Schmidt çekici deneyleri de yapılmıştır.



Şekil 6.9. Taş ocaklarından genel görünüm



Şekil 6.10. Keçikaya formasyonunda açılan Kutlutaş taş ocağından malzeme alanı



Şekil 6.11. Yenimahalle Belediyesinin terk ettiği taş ocağındaki hayvan barınağı

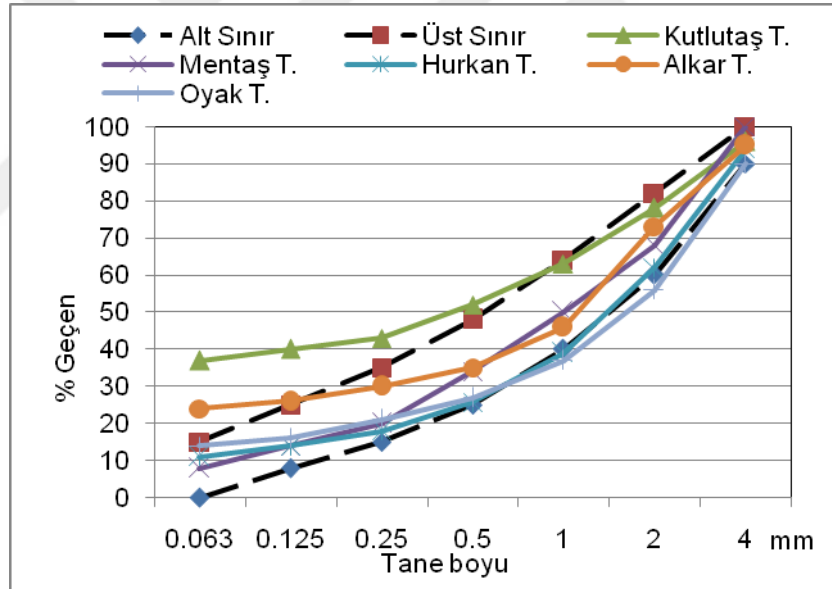
### 6.3.1. Elek Analizi

Kentlerin gelişmesiyle geniş alanlarda kullanılan agregalar genellikle bina, yol, altyapı tesisleri ve sanat yapılarının hammaddesini oluşturmaktadır. Zeminin tane boyu dağılımı, sınıflandırmada temel unsur olmakta ve zeminlerin

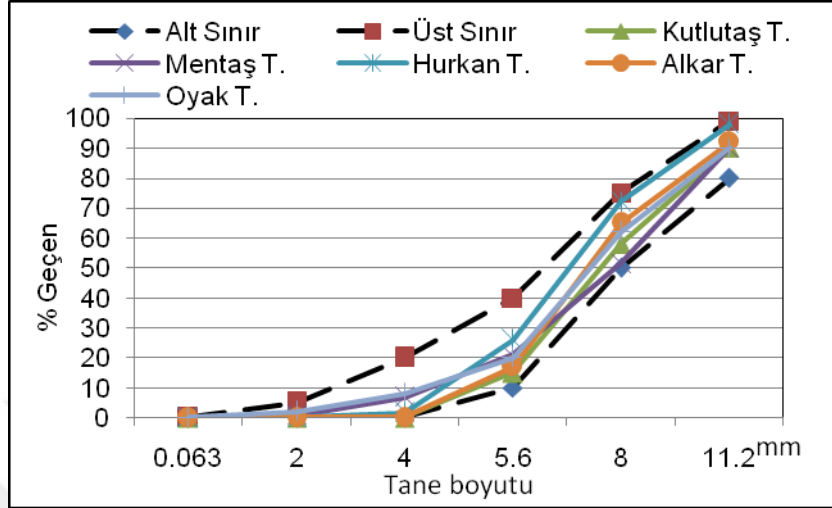
mühendislik özelliklerini etkileyen önemli diğer faktör de zemin içindeki değişik boyuttaki tanelerin miktarı oluşturmaktadır (Demirel ve ark, 1999).

Elek analizi deneyi Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği ve Polat Beton Laboratuvarlarında TS 707' ye göre yapılmıştır.

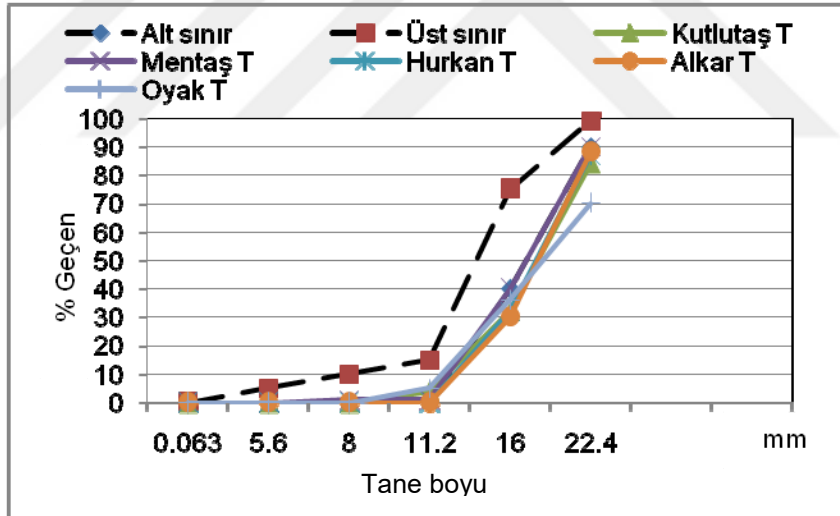
Keçikaya formasyonunda açılan beş taş ocağından alınan her boyuttaki numuneden yapılan elek analizi deney sonuçlarının genellikle standart sınır aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yalnızca Kutlutaş taş ocağından alınan 0,063 – 1mm boyutundaki numune üzerinde yapılan elek analizi deney sonuçları TS 706 EN 12620 göre üst sınırın dışında bulunduğundan betonda kullanılması durumunda çimento daha fazla suya ihtiyaç duyacaktır (Şekil 6.12, Şekil 6.13 ve Şekil 6.14).



Şekil 6.12. Keçikaya formasyonunda açılan taş ocakları 0-4 mm elek analizi deney grafikleri



Şekil 6.13. Keçikaya formasyonunda açılan taş ocakları 4–12 mm elek analizi deney grafikleri



Şekil 6.14. Keçikaya formasyonunda açılan taş ocakları 12–22 mm elek analizi deney grafikleri

Üretilen betonun kalitesini belirlemek için gerekli temel deneylerden birisi de elek analizidir. Yapılan elek analizi deney sonucunda ince agreganın miktarının sınır değerlerinin dışında bulunması durumunda, agreganın tanelerinin çimentoya bağlanabilmesi için daha fazla suya gereksinim duyulacaktır. İnce agreganın miktarı arttıkça tane yüzeyi de artmaktadır. Hava ve nemin ısınması sonucunda agreganın taneleri ile çimentoyu bağlayan fazla suyun buharlaşmasıyla birlikte betonda gözenekler oluşacaktır. Betonda gözeneklerin meydana gelmesi sonucunda geçirimsizliği artacak ve beton mukavemeti düşecektir.

Deney sonuçlarına göre iri agreganın miktarının sınır değerlerinin dışında çıkması halinde boşluk yüzdesi artacak betonun basınç dayanımı düşecektir. Boşluk yüzdesini azaltmak için belli oranda kübik şeklindeki agreganın miktarı eklemek gerekmektedir.

0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm tane boyutundaki numuneler üzerinde yapılan elek analizi deney sonuçları alt–üst sınır değerleri arasında bulunmuştur. Elek analizi deney sonuçları Ek–5, Ek–6, Ek–7 ve Ek–12’de verilmiştir.

### 6.3.2. Agreganın Gevşek/Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi

Seçilen ocaklardan alınan numuneler üzerinde Polat Beton ile Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarlarında agreganın gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi deneyleri TS 3529 standardına göre ikişer kez yapılmış olup deney sonuçlarının farkı alınmıştır. Agreganın gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları Ek–5, Ek–6, Ek–8 ve Ek–13’de verilmiştir.

Agreganın gradasyonu, agregadaki nem oranı ve kusurlu malzemenin fazla olması agreganın yığın yoğunluğunu düşürecektir. Gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi hesaplanmasının amacı beton ve asfalt üretiminde taneler arasındaki ilişkiyi öğrenmektir. Deney sonuçları arasındaki farkın  $5 \text{ kg/m}^3$  fazla olması beton ve asfalt üretiminde olumsuz etki yapmaktadır. Gevşek/sıkışık yığın

yoğunluğu ve boşluk yüzdesi deneylerinin yapılmasında deney yapan kişinin tecrübesi de önemlidir.

Çizelge 6.2. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Agregası Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları

Numune boyutu	0–4 mm	4–12 mm	12–22 mm
Kutlutaş taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1706–1706	1419–1419	1405–1405
Boşluk yüzdesi (%)	33	44,1	44,9
Mentaş taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1776–1771	1547–1542	1417–1418
Boşluk yüzdesi (%)	32	42,3	47
Hurkan taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1732–1733	1432–1432	1415–1415
Boşluk yüzdesi (%)	31,5	43,2	44,3
Alkar taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1726–1727	1428–1428	1412–1412
Boşluk yüzdesi (%)	30,9	42,8	44,5
Oyak taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1721–1722	1421–1421	1416–1416
Boşluk yüzdesi (%)	31	43,6	44,5

Seçilen ocaklardan alınan numuneler üzerinde gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki fark 5 kg/m<sup>3</sup> eşit veya küçük bulunmuştur (Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3).

Beton dayanımının yüksek olması, boşluk yüzdesinin düşük olduğunu gösterir. Boşluk yüzdesi düşük olması da betonda kompoziteyi artırır. İnce agregası boşluk oranının, iri agregası (4–12 mm ve 12–22 mm) boşluk oranına göre daha küçük olması durumunda daha az çimento ve suya ihtiyaç duyulacaktır. Gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ne kadar yüksekse basınç ve dış etkenlere dayanımı o kadar fazla olmaktadır.

Gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki farkın 5 kg/m<sup>3</sup>'den küçük olması gerekir. Deney sonuçları arasındaki farkın 5 kg/m<sup>3</sup> fazla

olması durumunda bu malzemenin kullanıldığı betonda mukavemet düşüklüğü ortaya çıkacak ve asfaltta ise çatlaklar ve çökmeler oluşabilecektir. Yapılan deney sonuçlarına göre belirlenen boşluk yüzdesi düşük olduğundan agreganın birim ağırlığı yüksek bulunmuştur.

Çizelge 6.3. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Agregası Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları

Numune boyutu	0–4 mm	4–12 mm	12–22 mm
Kutlutaş taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1732–1731	1434–1433	1427–1427
Boşluk yüzdesi (%)	32	43,7	44
Mentaş taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	2010–2014	1626–1622	1608–1607
Boşluk yüzdesi (%)	23	39,4	40
Hurkan taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1764–1764	1452–1452	1444–1444
Boşluk yüzdesi (%)	30,2	42,3	43,1
Alkar taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1758–1757	1447–1447	1441–1441
Boşluk yüzdesi (%)	29,6	42,1	43,2
Oyak taş ocağı			
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1731–1730	1439–1439	1429–1429
Boşluk yüzdesi (%)	31,6	42,9	44

### 6.3.3. İnce/İri Agregası Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı

Seçilen ocaklardan alınan numuneler üzerinde ince/iri agregası tane yoğunluğu ve su emme deneyleri Polat Beton ile Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarlarında TS EN 1097–6 standardına göre ikişer adet yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

Kuru birim ağırlık değeri kayacın mekanik özellikleri ile yakından ilişkilidir (Shakoor ark. 1982; Cargill, 1989; Zarif ve ark. 2003).Yapılan araştırmalarda; su emme oranının %3'den büyük olması durumunda, ürün üzerinde donma-çözülme etkisinin önemli olacağı vurgulanmıştır (Shakoor, 1982; Zarif ve



ark. 2003). Su emme değeri %2'den düşük ise yüksek dayanımlı beton üretilir (Poitvein, 1999; Zarif ve ark. 2003).

İnce agregada su emme oranının yüksek olması mikro çatlakların fazlalığını gösterir. (McNally, 1998; Güler ve ark, 2010).

Agregalarda su emme oranının yüksek olması agregaya ile çimento arasındaki bağ kuvvetini dolayısıyla agreganın fiziksel ve mühendislik özelliklerini etkiler. Su emme oranı yüksek olan agregaya ile yapılan betonun karışım suyu fazla olmaktadır. BS 8007 (1987)' ye göre önerilen üst sınır %3 olup ince agregaya su emme oranı ortalama değerleri %0,38–%1,43 arasındadır. İnceleme alanında en düşük su emme oranı Hurkan taş ocağında olup bu değer %0,38 dir. En yüksek su emme oranı ise Mentaş taş ocağında olup %1,43 dır (Ek-10, Ek-11 ve Ek-13).

0–4 mm tane boyundaki numunelerden yapılan su emme oranı deney sonuçları Mentaş taş ocağı hariç %1'e eşit veya küçük bulunmuştur.

İnce agregada su emme oranı %1'den düşük bulunması mikro çatlakların azlığını göstermektedir. İnce/İri agregada su emme oranının %1'in altında bulunması durumunda agregada donma ve çözülme deneyinin yapılması gerekmemektedir. BS 8007 (1987)' ye göre önerilen üst sınır %3 olduğundan ince ve alınan örneklerin tamamında iri agregaya su emme oranı değerleri %3'den küçük bulunmuştur (Çizelge 6.4, Çizelge 6.5 ve Çizelge 6.6).

4–12 mm boyutundaki malzemede en düşük su emme oranı Kutlutaş taş ocağında %0.25, en yüksek su emme oranı ise Oyak taş ocağında %0.70 dır (Çizelge 6.5). 12–22 mm boyutundaki malzemede en düşük su emme oranı Kutlutaş taş ocağında %0.18, en yüksek su emme oranı ise Oyak taş ocağında olup %0.73'dır (Çizelge 6.6).

Su emme değerleri %3'ün üstünde olması durumunda donma ve çözülme olayı sonucunda betonda çatlaklar oluşabilmektedir. Poitvein, 1999; Zarif ve ark (2003)'e göre su emme oranı değeri %2'den düşük olan agregalardan yüksek dayanımlı beton üretilir.

Çizelge 6.4. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 0-4 mm Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları

Numune boyutu	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doğgun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su emme Oranı (%)
Kutlutaş taş ocağı				
0-4mm	2.58	2.55	2.56	0.44
0-4mm	2.56	2.53	2.54	0.50
Ortalama	2.57	2.54	2.55	0.47
Mentaş taş ocağı				
0-4 mm	2.72	2.62	2.65	1.44
0-4 mm	2.71	2.61	2.65	1.41
Ortalama	2.72	2.62	2.65	1.43
Hurkan taş ocağı				
0-4 mm	2.60	2.57	2.58	0.52
0-4 mm	2.49	2.48	2.49	0.24
Ortalama	2.55	2.53	2.54	0.38
Alkar taş ocağı				
0-4 mm	2.55	2.49	2.51	1.02
0-4 mm	2.56	2.50	2.52	0.84
Ortalama	2.56	2.50	2.52	0.93
Oyak taş ocağı				
0-4 mm	2.62	2.57	2.59	0.78
0-4 mm	2.56	2.48	2.51	1.20
Ortalama	2.59	2.53	2.55	0.99

Çizelge 6.5. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 4 –12 mm Agregata Tane Yoğunluğu Ve Su Emme Deney Sonuçları

Numune boyutu	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doygun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su emme Oranı (%)
Kutlutaş taş ocağı				
4–12 mm	2.55	2.54	2.55	0.17
4–12 mm	2.57	2.55	2.56	0.33
Ortalama	2.56	2.55	2.56	0.25
Mentaş taş ocağı				
4–12 mm	2,72	2.68	2.70	0.47
4–12 mm	2,71	2.68	2.69	0.34
Ortalama	2,72	2.68	2.70	0.41
Hurkan taş ocağı				
4–12 mm	2.58	2.57	2.58	0.20
4–12 mm	2.51	2.47	2.48	0.60
Ortalama	2.55	2.52	2.53	0.40
Alkar taş ocağı				
4–12 mm	2.51	2.47	2.49	0.72
4–12 mm	2.57	2.53	2.54	0.61
Ortalama	2.54	2.50	2.52	0.67
Oyak taş ocağı				
4–12 mm	2,54	2,52	2,53	0.33
4–12 mm	2,57	2,51	2,53	1.06
Ortalama	2,56	2,52	2,53	0.70

Çizelge 6.6. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 12–22 mm Agregada Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları

Numune boyutu	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doymun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su emme Oranı (%)
Kutlutaş taş ocağı				
12–22 mm	2.55	2.54	2.55	0.18
12–22 mm	2.59	2.58	2.58	0.18
Ortalama	2.56	2.55	2.56	0.18
Mentaş taş ocağı				
12–22 mm	2.71	2.67	2.69	0.46
12–22 mm	2.72	2.69	2.70	0.42
Ortalama	2.72	2.68	2.70	0.44
Hurkan taş ocağı				
12–22 mm	2.57	2.56	2.56	0.18
12–22 mm	2.54	2.51	2.52	0.44
Ortalama	2.56	2.54	2.54	0.31
Alkar taş ocağı				
12–22 mm	2.53	2.47	2.49	0.90
12–22 mm	2.62	2.60	2.61	0.33
Ortalama	2.58	2.54	2.55	0.62
Oyak taş ocağı				
12–22 mm	2.58	2.55	2.56	0.48
12–22 mm	2.60	2.54	2.56	0.97
Ortalama	2.59	2.55	2.56	0.73

Yapılan deneylerde, ince/iri agregada tane yoğunlukları (görünür tane yoğunluğu, etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu, doymun ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu) 2.52 gr/cm<sup>3</sup>–2.72 gr/cm<sup>3</sup> arasındadır. Agregada tane yoğunluklarının 2.00 gr/cm<sup>3</sup>–3.00 gr/cm<sup>3</sup> arasında bulunması halinde bu normal agregada olarak değerlendirilmektedir (Ek–5, Ek–7 ve Ek–9).

#### 6.3.4. Şekil İndisi Tayini

Seçilen ocaklardan alınan 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde, Polat Beton ile Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarlarında TS 3814 EN 933–4 standardına göre şekil indisi tayini deneyi ikişer adet yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Şekil indisi tayini deney sonuçları Ek–7, Ek–9, Ek–14 ve Ek–15’de verilmiştir. TS 3814 EN 933–4’e göre 63 mm elek üzerinde kalan ve 4 mm eleği geçen malzemeye bu deney uygulanmaz.

Agregada şekil indisine göre agreganın boyunun enine oranın üç katından büyük olmaması gerekir. Üç katından büyük olan taneler kusurlu tane sayılır. Agregada bu oranın %55’i geçmemesi gerekir.

Şekil indisi yüzde değerleri yüksek çıkması beton pompasının çalışmasını zorlaştırır, çimento/su oranını artırır, ayrıca betonun dayanım gücünü zayıflatır. Çatlaklar ve mikro çatlaklar, taşların konkasörde kırılma işlemi esnasında şekilsiz taneler oluşmasına neden olur. Agregada tanelerinde mikro çatlaklar, fosil kavkuları olması agreganın dayanımını düşürür. Kusurlu tanelerin fazla olması, beton karışımında güç pompasının zorlanmasına neden olur.

Agrega tanelerinin şekli, beton üretiminde iri agregalar için söz konusu olup bunun daha çok beton mukavemeti üzerinde etkisi vardır (Baradan, 1991; Güler ve ark, 2010). Taze betonun en önemli özelliği sayılan işlenebilmeyi; agreganın tane boyu dağılımı, en büyük tane boyu, tane şekli ve tanelerin yüzey pürüzlülüğü etkilemektedir (Fookes, 1980; Güler ve ark, 2010).

4–12 mm boyutundaki malzemeden yapılan deney sonuçları ortalaması %10.25 ile %17.95 arasında, en düşük ortalama Mentaş taş ocağında; en yüksek ortalama ise Oyak taş ocağında görülmüş; 12–22 mm boyutundaki malzeme ile yapılan deney sonuçları ortalaması %13.75 ile %30.2 arasında, en düşük ortalama Mentaş taş ocağında, en yüksek ortalama ise Alkar taş ocağında bulunmuştur (Çizelge 6.7).

TS 706 EN 12620’ye göre şekil indeksi  $\leq 30,2$  kategori SI<sub>40</sub> tır. TS 706 EN 12620’ ye göre üst sınır %55 dir. Şekil İndeksi deney sonuçlarının %55

üstünde bulunması beton mukavemetinin azaltmasına ve çimento su oranı artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 6.7. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 4–12 mm ve 12–22 mm Şekil İndeksi Deney Sonuçları

Numune boyutu	(4–12mm )	(12–22mm)
Şekil İndeksi (%)		
Kutlutaş taş ocağı		
1.Deney	13.4	23.3
2.Deney	16.5	17.6
Ortalama	14.95	20.45
Mentaş taş ocağı		
1.Deney	11.1	9.8
2.Deney	9.4	17.7
Ortalama	10.25	13.75
Hurkan taş ocağı		
1.Deney	12.3	20.9
2.Deney	14	17.4
Ortalama	13.15	19.15
Alkar taş ocağı		
1.Deney	16.2	33.2
2.Deney	17.7	27.2
Ortalama	16.95	30.2
Oyak taş ocağı		
1.Deney	16	19.9
2.Deney	19.9	16
Ortalama	17.95	17.95

**6.3.5. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi**

Seçilen ocaklardan alınan 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde, Polat Beton ile Akademi Zemin ve Kaya Mekanığı Laboratuvarlarında BS 812 standardına göre ikişer adet yassılık yüzdesi ve indeksi deneyi yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. BS 812'e göre 63 mm elek üzerinde kalan ve 6.3 mm eleği geçen malzemeye bu deney uygulanmaz. Yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonuçları Ek-7, Ek-9, Ek-16 ve Ek-17'de verilmiştir.

Çizelge 6.8. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları 4–12 mm ve 12–22 mm Yassılık Yüzdesi ve İndeksi Deney Sonuçları

Numune boyutu	4–12 mm	12–22 mm	Malzeme boyutu	4–12 mm	12–22 mm
<b>Yassılık İndeksi (%)</b>					
Kutlutaş	taş ocağı		Alkar	taş ocağı	
1.Deney	7,5	7,9	1.Deney	12,2	10,1
2.Deney	8,1	8,4	2.Deney	12,9	9,4
Ortalama	7,8	8,15	Ortalama	12,55	9,75
Mentaş	taş ocağı		Oyak	taş ocağı	
1.Deney	9,1	13,9	1.Deney	7,7	9,3
2.Deney	9	13,5	2.Deney	9	8,9
Ortalama	9,05	13,7	Ortalama	8,35	9,1
Hurkan	taş ocağı				
1.Deney	7,3	11			
2.Deney	8,5	8,1			
Ortalama	7,9	9,55			

Yassılık indeksinin yüksek olması tane dayanımının düşük olduğunu gösterir. Yassı taneler yüzey alanını arttırdığından betonda su ve çimento oranı da artmaktadır (Güler ve ark, 2010). İnce agrega yüzey alanının büyük olması su emme miktarının artmasını sağlar (Topçu ve ark, 2006).

Her taş ocağından alınan 4–12 mm boyutundaki malzemeden yapılan yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonuçlarının ortalaması %7.8 ile %12.55 arasında, 12–22 mm boyutundaki malzemeden yapılan yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonuçlarının ortalaması ise %8.15 ile %13.7 arasında bulunmuştur. BS 812 standardına göre üst sınır %40 olup bütün taş ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan yassılık indeksi deney sonuçları %40'ın altında bulunmuştur (Çizelge 6.8). TS 706 EN 12620'ye göre en yüksek yassılık indeksi  $\leq 13.7$  ile Mentaş taş ocağında bulunduğundan kategori FI<sub>15</sub> dir.

Yassılık İndeksi yüksek çıkması durumunda, Çeneli Kırıcı yerine Konik Kırıcı Kullanılması önerilmiştir (Erdoğan, 1993). Yassılık indeksinin düşük olması hem tane yüzey alanını hem de betonda su ve çimento oranını azalmakta, betonun basınç dayanımını ise arttırmaktadır.

### 6.3.6. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini

Seçilen ocaklardan alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde elek analizi yapılmıştır. Beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deneyi Polat Beton ile Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarlarında TS3530 EN 933–1 standardına göre yapılmıştır. Beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları Ek–6, Ek–8 ve Ek–18'de verilmiştir. Tüm ocaklardaki 0–4 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan deneylerde ince malzeme oranı %3'ün üstünde olduğundan Metilen Mavisi deneyi gerekli görülmüştür.

Tüm ocaklardaki 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deneyinde ince malzeme oranı %1.5'in altında bulunmuştur.



İnce maddeler, betonda birçok olumsuzluğa neden olmaktadır. Bu maddelerin, agrega tanelerinin etrafını sardıklarından dolayı agrega ile çimento hamuru arasında kalarak bağı zayıflatmaları, betonun prizine veya sertleşmesine etki etmeleri, betonu açabilmeleri ve donatının korozyona karşı korunmasını azaltmaları gibi etkileri bulunmaktadır (Fookes, 1980; Baradan, 1991; Güler ve ark, 2007).

Çalışma alanındaki bütün ocaklarda 0–4 mm boyutunda alınan numunede, ince malzeme oranı %3'ün üstünde bulunmuş olup Metilen Mavisi Deneyi gerekmektedir. Kutlutaş taş ocağı (%37.73), Alkar taş ocağı (%24.40) deney sonuçlarının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.9).

Çizelge 6.9. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Deney Sonuçları

Numune boyutu ve miktarı		
Çok İnce Malzeme Muhtevası (%)		
0–4 mm 500gr	4–11,2 mm 1000gr	11,2–22,4 mm 1000gr
	Kutlutaş taş ocağı	
37,73	%0	0
	Mentaş taş ocağı	
12	0,1	0,6
	Hurkan taş ocağı	
11,68	0,97	0
	Alkar taş ocağı	
24,4	0	0
	Oyak taş ocağı	
13,71	0,3	0

Kutlutaş ve Alkar taş ocakları TS3530 EN 933-1'ye göre ince agregalarda çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu %22 den büyük bulunmuştur. 0.063 mm göz açıklı elekten geçen miktar kütlece TS 706 EN 12620' ye göre > %22 olduğundan kategori (f)  $F_{beyan}$  dır.

TS 3530 EN 933-1'e göre ince agregalarda çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucunun Mentaş, Hurkan ve Oyak taş ocaklarında %22 den küçük olduğu tespit edilmiştir. 0.063 mm göz açıklı elekten geçen miktar kütlece TS 706 EN 12620'ye göre  $\leq$  %16 olduğundan kategori (f)  $F_{16}$  dır.

Üretici firma tarafından çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu alıcı firmaya ifade edilmelidir. TS 3530 EN 933-1'ye göre iri agregalarda çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu %1.5' in altında bulunmuştur. 0.063 mm göz açıklı elekten geçen miktar kütlece TS 706 EN 12620'ye göre  $\leq$  %1,5 ise kategori (f)  $F_{1,5}$  dır.

Taş ocaklarında ince agregalarda çok ince malzeme yüzdesi yüksek bulunması, agrega taneleri ile çimento hamuru arasındaki bağı zayıflatmakta, beton karma suyunun artmasına ve beton mukavemetini düşmesine sebep olmaktadır.

### 6.3.7. Metilen Mavisi Deneyi

Seçilen taş ocaklarından alınan 0-4 mm boyutundaki numuneler üzerinde yapılan metilen mavisi deneyi Polat Beton Laboratuvarında TS EN 933-9 standardına göre yapılmıştır. Metilen mavisi deneyi, ince agregadaki kil, demir oksit ve organik madde miktarını sınıflandırmak için ISSA (1989) tarafından önerilen bir deney yöntemidir. Ek-19'dan Ek-31'e kadar Metilen Mavisi deney sonuçlarının tamamı verilmiştir.

Betonun hammaddesinin yaklaşık %70-80'ni oluşturan agrega, betonun kalitesinin önemli bir bileşenidir. Betonda kullanılan agreganın içinde bulunan çok ince malzemenin miktarı ve kökeninin tespit edilmesi gerekir. Çok ince

malzemenin kil kökenli olup olmadığını öğrenmek için metilen mavisi deneyi yapılır.

Çizelge 6.10. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Metilen Mavisi Deney Sonuçları

Numune miktarı (gr)	Boyanın solüsyon miktarı (mL)	Sonuç (%)
Kutlutaş taş ocağı		
200	34	1.7
200	12	0.6
200	14	0.7
Mentaş taş ocağı		
200	12	0.6
200	14	0.7
200	20	1
200	16	0.8
Hurkan taş ocağı		
200	15	0.75
200	12	0.6
Alkar taş ocağı		
200	20	1
200	14	0.7
Oyak taş ocağı		
200	35	1.75
200	20	1

Bu deney ince agregada kil, mika gibi zararlı malzemenin miktarını belirler. Kil miktarı kullanılan solüsyon miktarı ile doğru orantılıdır. Metilen mavisi deneyi sonuçları 0.6 ile 1.75 arasında çıkmıştır (Çizelge 6.10). Betonda

bulunan ince malzemedeki kil içeriğinin yüksek olması, betonda kıvam kaybı, gerektiğinden fazla su içeriğine ve hacimsel değişimlere sebep olmaktadır (Higgs, 1986; Hasdemir, 2004).

TS EN 933-9'agöre yapılan metilen mavisi deneyi sonuçlarının beyan edilen değerden küçük bulunması gerekmektedir.

Karayolu Teknik Şartnamesine göre üst sınır %1.5 olup Kutlutaş taş ocağı ve Oyak taş ocağı örneklerinde yapılan metilen mavisi deney sonucu %1.5'in üstünde bulunmuştur (Ek-19 ve Ek-30). İnce malzeme üzerinde yapılan metilen mavisi deneyi sonuçlarının yüksek bulunması, asfaltta bozulmalara, betonda ise kıvam kaybı ile hacimsel değişikliklere sebep olmasından dolayı beton mukavemetini etkilemektedir.

### 6.3.8. Donmaya Ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini

Seçilen taş ocaklarından alınan (4-12 mm, 12-22 mm) boyutundaki numuneler üzerinde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile yapılan donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deneyleri TS EN 1367-1'e göre Polat Beton ile Akademi Zemin ve Kaya Mekanığı Laboratuvarlarında ikişer adet yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçları Ek-7, Ek-9, Ek-40 ve Ek-41'de verilmiştir.

Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deneyi numuneler üzerinde beş defa tekrarlanır. Doğadaki donma çözölmeye olayına tekabül ettiği kabul edilir. Agregadaki su emme oranı %1'den düşük olması durumunda betonda don riskinin olmadığı varsayılır.

Atmosferik ortamda kalan betonların donma ve çözölmeye mukavemeti önemli bir parametredir. TS 706 EN 12620' ye göre su emme oranı %1'in altında olması durumunda agregada donma ve çözölmeye olmayacağı kabul edilir.

Agreganın dona karşı mukavemeti, agreganın gözenekliliği, su emme oranı ve boşluk yüzdesi ile doğru orantılıdır. Kırmataş tanelerindeki boşluklara dolan su,

soğuk hava şartlarında donup hacim genişlemesi sonucunda parçalanmalara neden olmaktadır (Dalgıç ve ark, 1996).

Çizelge 6.11. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deney Sonuçları

Numune boyutu	Deney numunesinin kütlece yüzde kaybı		
	1.Deney	2.Deney	Ortalama
	Kutlutaş	taş ocağı	
4–12 mm	8.80	7.78	8.29
12–22 mm	8.92	6.87	7.89
	Mentaş	taş ocağı	
4–12 mm	4.1	4.9	4.5
12–22 mm	4.2	%4.7	4.5
	Hurkan	taş ocağı	
4–12 mm	6.86	7.48	7.17
12–22 mm	6.98	6.17	6.57
	Alkar	taş ocağı	
4–12 mm	7.41	8.10	7.75
12–22 mm	7.56	6.48	7.02
	Oyak	taş ocağı	
4–12 mm	8.10	6.94	7.52
12–22 mm	8.38	7.71	7.74

4–12 mm boyutundaki malzemenin en yüksek donmaya ve çözölmeye karşı direncinin ortalama değeri %8.29 ile Kutlutaş taş ocağında, en düşük ortalama değeri ise %4.5 ile Mentaş taş ocağında bulunmuştur. 12–22 mm boyutundaki malzemenin en yüksek donmaya ve çözölmeye karşı direncinin ortalama değeri %7.89 ile Kutlutaş taş ocağında, en düşük ortalama değeri %4.5 ile Mentaş taş ocağında bulunmuştur (Çizelge 6.11).

Betondaki donma ve çözölme olayı betonda tahribat oluşturmakta ve dayanıklılığı azaltmaktadır. TS 706 EN 12620' ye göre üst sınır  $\geq$  %18 ve kategori MS<sub>18</sub> olduğundan donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarına

göre betonda hacimsel değişiklik ve ufalanma ve parçalanma olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçları %18'den büyük bulunması durumunda asfaltta çatlaklar gelişmektedir.

### 6.3.9. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metot (Los Angeles Deneyi)

Hazırlanan deney numunesi ve aşındırma yükleri (küreler) Los Angeles aşındırma makinasına konur ve ağız sıkıca kapatılır. Makineye dakikada 31-33 devir/dakika yaptıracak şekilde A,B,C,D sınıfları için 500 devir yaptırılınca numune alınır.

Kutlutaş, Mentaş, Hurkan, Alkar ve Oyak taş ocaklarından alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde, Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği ile Polat Beton Laboratuvarlarında TS EN 1097–2 standardına göre Los Angeles deneyi ikişer adet yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Los Angeles Deney sonuçları Ek–5, Ek–7, Ek–9 ve Ek–42'de verilmiştir.

Los Angeles deneyi, asfalt yolların dayanımını belirlemede önemli bir faktördür. Los Angeles deneyi sonuçlarının düşük olması tanelerin mekanik dayanımının yüksek olduğunu gösterir. Kayacın dokusu, agreganın dayanımını kontrolde önemli bir parametredir (Kazi ve Al- Mansour, 1980; Zarif ve ark, 2003). Tanelerdeki mikro çatlaklar ve mikro boşluklar kayacın aşınmasını ve tane dayanımını olumsuz etkilemektedir.

0–4 mm boyutundaki malzemenin en yüksek Los Angeles ortalama değeri Oyak taş ocağında, en düşük Los Angeles ortalama değeri %19.55 ile Alkar taş ocağında; 4–12 mm boyutundaki malzemenin en yüksek Los Angeles ortalama değeri %22.46 ile Mentaş taş ocağında, en düşük Los Angeles ortalama değeri %14.15 Hurkan taş ocağında; 12–22 mm boyutundaki malzemenin en yüksek Los Angeles ortalama değeri %22.46 ile Mentaş taş ocağında, en düşük Los Angeles ortalama değeri %15 ile Alkar taş ocağında bulunmuştur.

Çizelge 6.12. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocakları Los Angeles Deneyi Sonuçları

Los Angeles Aşınma Değeri (%)			
	Kutlutaş taş ocağı		
Numune boyutu	1.Deney	2.Deney	Ortalama
0-4mm	19.8	20.6	20.2
4-12mm	18.3	17.9	18.1
12-22mm	16.2	15.7	15.95
	Mentaş taş ocağı		
0-4mm	20.4	21.76	21.08
4-12mm	21.5	23.42	22.46
12-22mm	21.8	23.12	22.46
	Hurkan taş ocağı		
0-4mm	20.6	19.1	19.85
4-12mm	13.9	14.4	14.15
12-22mm	14.9	15.9	15.4
	Alkar taş ocağı		
0-4mm	18.9	20.2	19.55
4-12mm	14.7	15.2	14.95
12-22mm	14.6	15.4	15
	Oyak taş ocağı		
0-4mm	22.7	21.5	22.1
4-12mm	16.8	17.2	17
12-22mm	15	15.8	15.4

Türk Standartlarındaki üst sınır %50'ye göre en yüksek Los Angeles ortalama değeri %22.46 ile Mentaş taş ocağında bulunmuştur (Çizelge 6.12). TS 706 EN 12620'ye göre Los Angeles Katsayısı  $\leq 25$  olduğundan kategori LA<sub>25</sub> dır. Los Angeles deney sonucunun düşük bulunması agrega tane dayanımının yüksek olduğunu buna paralel olarak da beton mukavemetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Los Angeles deney sonuçlarının yüksek bulunması asfaltta çökmelere ve bozulmalara neden olmaktadır. Los Angeles deney sonuçları yüksek bulunan agregalar basit yapılar veya köy yollarında kullanılmalıdır.

**6.3.10. Schmidt Çekici Deneyi**

Schmidt çekici, kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımlarının tayininde kullanılan pratik bir test olup Keçikaya formasyonunda seçilen iki bölgede Schmidt çekici deneyi yapılmıştır. Her taş ocağından alınan 12–22 mm boyutundaki numuneden yapılan deneylerde görünür tane yoğunluğu değerlerinin ortalaması  $(2.56+2.72+2.56+2.58+2.59) /5=2.602 \text{ gr/cm}^3$  bulunmuştur. Kayacın birim hacim ağırlığı  $26 \text{ kN/m}^3$  alınmıştır.

Keçikaya formasyonunda iki bölgede Schmidt çekici deneyi yapılmıştır. Her bölgede yapılan 10 adet Schmidt çekici deney sonuçları içindeki en küçük beş deney sonucu geçersiz kabul edilmiş ve diğer beş deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır (Çizelge 6.13). Deney sonuçlarının ortalama değer karşılığı Schmidt çekici grafiğinden tek eksenli sıkışma dayanımı değeri bulunur (Şekil 6.15).

**1. bölge**

$$(32 + 36 + 43 + 44 + 50) / 5 = 41 \quad (48 + 46 + 46 + 38 + 36) / 5 = 42.8$$

$$(47 + 43 + 42 + 41 + 41) / 5 = 42.8 \quad (45 + 44 + 44 + 44 + 43) / 5 = 44$$

$$(41 + 42.8 + 42.8 + 44) / 4 = 42.65$$

42.65 değeri Schmidt çekici grafiğindeki tek eksenli sıkışma dayanımı değeri 54 MPa bulunmuştur (Şekil 6.15).

$$\text{MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$$

$$54 \times 10.2 = 550.2 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (Çizelge 6.14).}$$

**2. bölge**

$$(30 + 27 + 21 + 18 + 16) / 5 = 22.4$$

$$(32 + 30 + 25 + 25 + 24) / 5 = 27.2$$

$$(22.4 + 27.2) / 2 = 24.8$$

24.8 değeri Schmidt Çekici grafiğindeki tek eksenli sıkışma dayanımı değeri 28 MPa bulunmuştur (Şekil 6.15).

$$28 \times 10.2 = 285.6 \text{ kgf/cm}^2$$

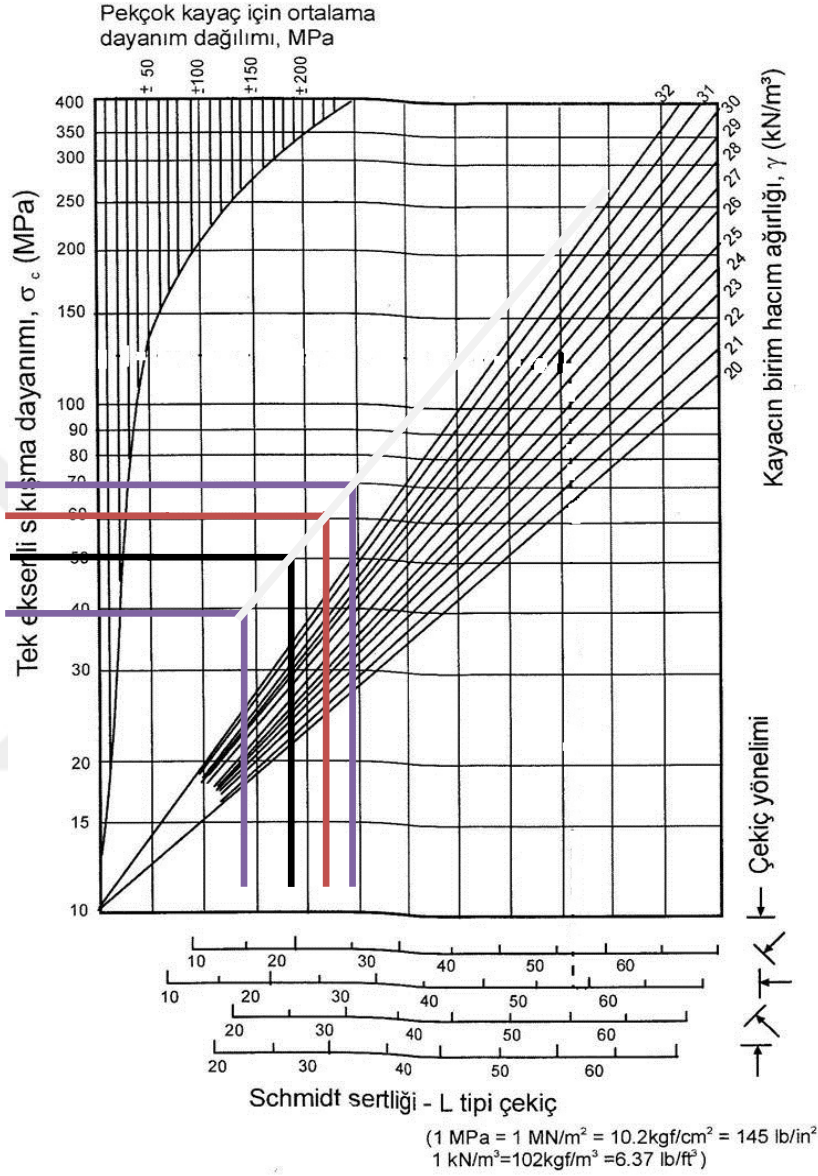


Çizelge 6.13. Keçikaya Formasyonu Üzerinde Yapılan Schmidt Çekici Deneylerinin Sonuç Değerleri

Okuma no	1. BÖLGE				2. BÖLGE	
	Şmidt Çekici Değeri	Şmidt Çekici Değeri	Şmidt Çekici Değeri	Şmidt Çekici Değeri	Şmidt Çekici Değeri	Şmidt Çekici Değeri
1	32	35	40	41	16	25
2	20	46	43	45	15	20
3	30	36	25	44	15	16
4	29	36	34	37	18	25
5	44	36	41	44	27	20
6	43	46	47	35	14	24
7	50	32	41	40	13	32
8	28	48	42	35	30	30
9	36	40	34	44	13	12
10	32	38	38	43	21	18

Çizelge 6.14. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımları (Deere ve Miller,1966)

Tek Eksenli Sınıf	Sıkışma Dayanım	Dayanımına Göre Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı ( kg/cm <sup>2</sup> )
A	Çok yüksek	>2200
B	Yüksek	1100- 2200
C	Orta	550-1100
D	Düşük	275-550
E	Çok düşük	<275



Şekil 6.15. Schmidt Çekici Grafiği (Ulusay,1989)

- Keçikaya Formasyonu
- Permiyen Yaşlı Kireçtaşı Blokları
- Ortaköy Formasyonu

Schmidt çekici deney sonuçları, kayacın tek eksenli sıkışma dayanımına bir yaklaşım sergilemektedir. 1'inci ve 2'inci bölgedeki kireçtaşlarında yapılan Schmidt çekici deney sonuçları sırasıyla 42.65 ve 24.8'dir. Schmidt çekici grafiğindeki tek eksenli sıkışma dayanımı değeri sırasıyla 54 MPa ve 28 MPa bulunmuştur. Deere ve Miller sınıflamasına göre kayacın tek eksenli sıkışma dayanımı göre, sırasıyla Orta ve sınıfı C, Düşük ve sınıfı D tespit edilmiştir.

### 6.3.11. Keçikaya Formasyonunda Açılan Taş Ocaklarında Yapılan Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Keçikaya formasyonunda açılan taş ocaklarından alınan numune üzerinde yapılan elek analizi deneyleri genellikle TS 706 EN 12620' ye göre elek analizi alt-üst limitleri arasında bulunmuştur. Keçikaya formasyonunda açılan taş ocaklarından yapılan gevşek/sıkışık birim yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki fark  $5 \text{ kg/m}^3$ 'den küçük veya eşit bulunmuştur.

0–4 mm boyutundaki malzemenin, ince agrega tane yoğunluğu ortalama değerleri görünür tane yoğunluğu  $2.55 \text{ gr/cm}^3$ – $2.72 \text{ gr/cm}^3$ , etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2.50 \text{ gr/cm}^3$ – $2.62 \text{ gr/cm}^3$ , doymuş ve yüzeyi kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2.52 \text{ gr/cm}^3$ – $2.65 \text{ gr/cm}^3$  arasında ve su emme oranı ortalamasında %0.38–%1.43 arasındadır.

4–12 mm boyutundaki malzemenin, iri agrega tane yoğunluğu ortalama değerleri, görünür tane yoğunluğu  $2.54 \text{ gr/cm}^3$ – $2.72 \text{ gr/cm}^3$ , etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2.50 \text{ gr/cm}^3$ – $2.68 \text{ gr/cm}^3$ , doymuş ve yüzeyi kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2.52 \text{ gr/cm}^3$ – $2.70 \text{ gr/cm}^3$  ve su emme oranı ortalaması %0.25–%0.70 arasındadır.

12–22 mm boyutundaki malzemenin, iri agrega özgül ağırlık ortalama değerleri, görünür tane yoğunluğu  $2.56 \text{ gr/cm}^3$ ,  $2.72 \text{ gr/cm}^3$  etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2.54 \text{ gr/cm}^3$ ,  $2.68 \text{ gr/cm}^3$ , doymuş ve yüzeyi kurutulmuş

esasta tane yoğunluğu  $2.54 \text{ gr/cm}^3$ ,  $2.70 \text{ gr/cm}^3$  ve su emme oranı ortalaması %0.18, %0.73 arasındadır.

İnce/İri Agregaya yapılan su emme oranı deney sonuçları %2'nin altında çıkmıştır. Üretilen agregaların kaliteli beton üretiminde kullanılması önerilir

Seçilen taş ocaklarından alınan 4–12 mm boyutundaki malzemeden yapılan şekil indisi deney sonuçları %10.25–%17.95 ve 12–22 mm boyutundaki malzemeden yapılan deney sonuçları %13.75–%30.2 arasındadır.

Her ocaktan alınan 4–12 mm boyutundaki malzemeden yapılan yassılık indeksi deney sonuçları %7.8–%12.55; 12–22 mm boyutundaki malzemeden yapılan yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonuçları %8.15–%13.7 arasında bulunmuştur. B.S 812 standardına göre üst sınır %40 olup yassılık indeksinin bu değerinde üstünde bulunması tane dayanımını azaltmaktadır.

Taş ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayininde ince agregaya (0–4 mm) boyutundaki malzeme deney sonuçları %11.68–%37.73 arasında bulunduğundan Metilen Mavisi deneyi yapılması gerekli olmuştur. 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki malzemeden yapılan çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları %1.5'in altında bulunmuştur.

Kutlutaş ve Oyak taş ocaklarında yapılan metilen mavisi deney sonuçları bazen %1.5'in üstünde bulunmuş olup daha sık aralıklarla metilen mavisi deneyi yapılmalı ve üretim sırasında çatlaklardaki kil bantlarına yaklaşılmamalıdır.

0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutunda karışık agregaya üzerinde yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deneyinden çıkan sonuç ortalaması %2.88; 4–12 mm boyutundaki numune donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçları %4.5–%8.29 ve 12–22 mm boyutundaki numune donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçları da %4.5–%7.895 aralığındadır. Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonucu yüksek bulunması betonda çatlaklar oluşmasına ve beton mukavemetinin düşmesine neden olmaktadır.

0–4 mm boyutundaki malzemenin Los Angeles değerleri %19.55–%22.1;

4–12 mm boyutundaki malzemenin Los Angeles değerleri %14.15–%22.46; 12–22 mm boyutundaki malzemenin Los Angeles değerleri %15–%22.46 arasındadır.

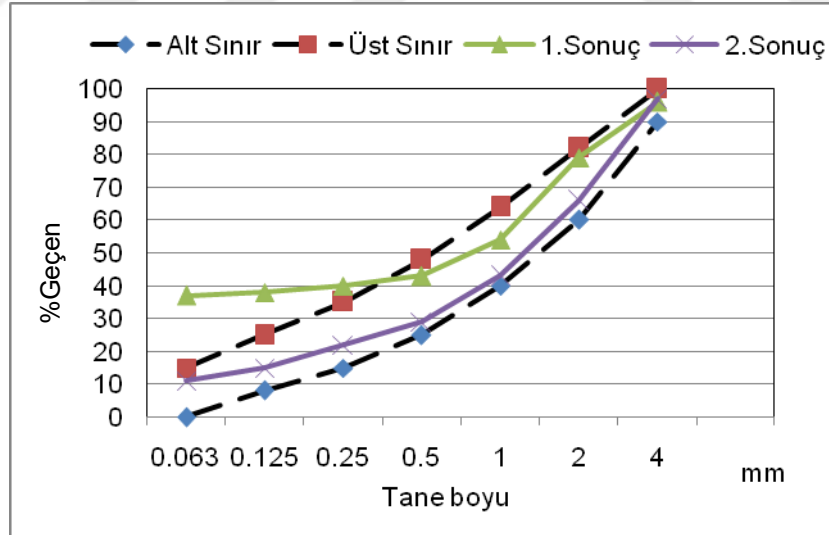
Los Angeles deney sonucunun düşük bulunması beton mukavemetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Metro, otoyollar gibi büyük mühendislik yapılarında bu agregalar kullanılmalıdır.

Keçikaya formasyonundaki kireçtaşları Deere ve Miller sınıflamasına göre 1. bölgede kayacın dayanımı Orta ve sınıfı C, 2. bölgede kayacın dayanımı Düşük ve sınıfı D olarak tespit edilmiştir.

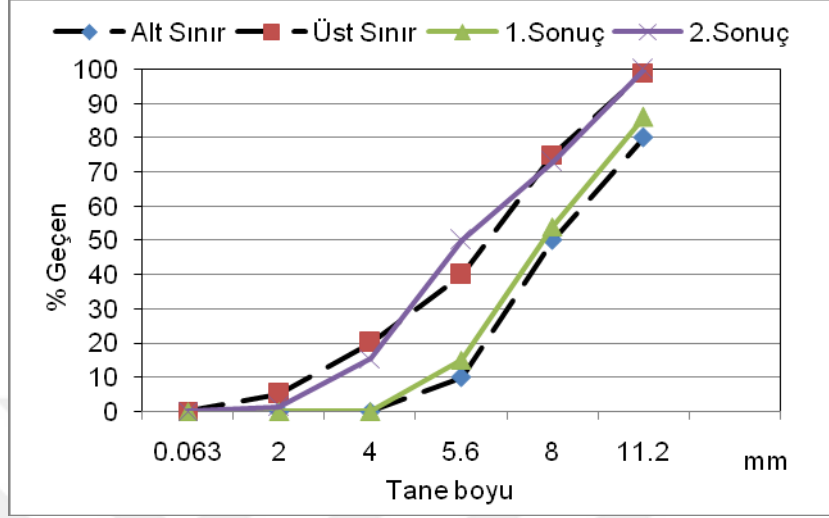
#### 6.4. Onpo Taş Ocağı

##### 6.4.1. Elek Analizi

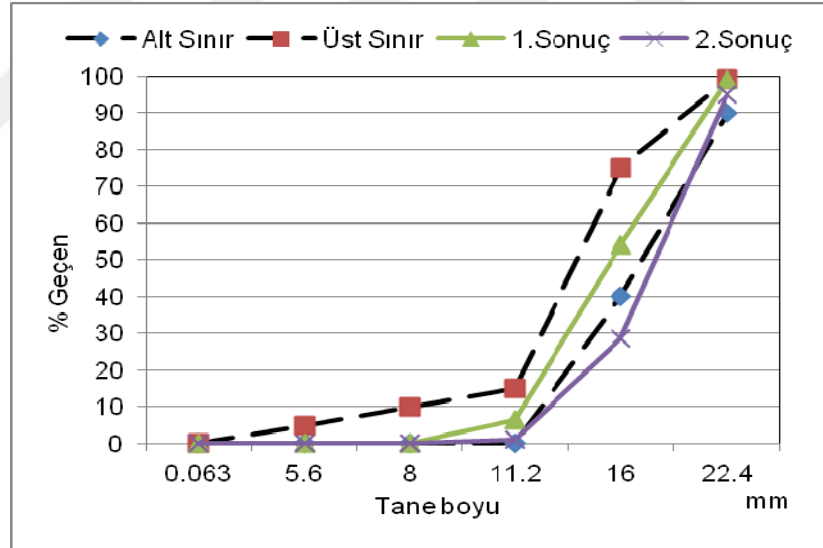
Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağından 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm aralığında alınan numuneler üzerinde ikişer adet elek analizi deneyi Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS 707' ye göre yapılmıştır.



Şekil 6.16. Onpo taş ocağı 0–4 m elek analizleri grafikleri



Şekil 6.17. Onpo taş ocağı 4–12 mm elek analizleri grafikleri



Şekil 6.18. Onpo taş ocağı 12–22 mm elek analizler grafikleri

Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağından (0–4mm ve 4–12 mm aralığında) alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi deneyleri genellikle TS 706 EN 12620 standardına göre belirlenmiş elek analiz alt–üst limitleri arasında

bulunmuştur (Şekil 6.16 ve Şekil 6.17). Elek analizi deney sonuçları Ek-5, Ek-6, Ek-7 ve Ek-12'de verilmiştir.

0–4 mm boyutunda malzemeden yapılan birinci deney sonucu bir kısmı standartın üst sınırın üstünde ve 12–22 mm boyutunda malzemeden yapılan ikinci deney bu standardın alt sınırı dışında çıkmıştır (Şekil 6.18). Birinci ve ikinci deney sonuçlarına göre bu malzemenin betonda kullanılması durumunda beton mukavemetinin azalacağı; asfaltta kullanılması durumunda ise bazı bölümlerin dayanımı yüksek, bazı bölümlerin dayanımının ise düşük olacağı, dolayısıyla asfaltta çökmeler meydana gelebileceği düşünülmektedir.

#### 6.4.2. Agreganın Gevşek/Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi

Onpo taş ocağında alınan numuneler (0–4 mm, 4–12 mm, 12–22 mm) üzerinde yapılan agreganın gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi deneyleri TS 3529 standardına göre Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında yapılmış ve deney sonuçlarının farkı alınmıştır. Agreganın gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları Ek-5, Ek-6 ve Ek-7'de verilmiştir.

Çizelge 6.15. Onpo Taş Ocağı Agreganın Gevşek Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları

Numune boyutu	Onpo taş ocağı		
	0–4 mm	4–12mm	12–22 mm
Agreganın yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1711–1711	1427–1427	1419–1419
Boşluk yüzdesi (%)	31,8	43,1	43,9

TS 3529 standardına göre agreganın sıkışık ve gevşek yığın yoğunluğu deney sonuçlarının 5 kg/m<sup>3</sup> 'den küçük veya eşit bulunması gerekmektedir. Agreganın sıkışık ve gevşek yığın yoğunluğu 5 kg/m<sup>3</sup> 'den küçük olduğundan beton gradasyonunda sorun teşkil etmeyecektir (Çizelge 6.15 ve Çizelge 6.16). Agreganın boşluk yüzdesinin

düşük bulunması, hem agrega yığın yoğunluğu hem de beton mukavemetinin yüksek olacağını göstermektedir.

Çizelge 6.16. Onpo Taş Ocağı Agrega Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları

Numune boyutu	Onpo taş ocağı		
	0–4 mm	4–12mm	12–22 mm
Agrega yığın yoğunluğu ( kg/m <sup>3</sup> )	1740–1740	1444–1444	1439–1439
Boşluk yüzdesi (%)	30.6	42.5	43.1

#### 6.4.4. İri/İnce Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı

Onpo taş ocağından alınan numuneler Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS EN 1097–6'e göre ince/iri agrega tane yoğunluğu ve su emme oranı deneylerinden ikişer adet yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

Çizelge 6.17. Onpo Taş Ocağı 0–4 mm Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları

Onpo taş ocağı	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doymun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su Emme Oranı (%)
0–4 mm	2.61	2.56	2.58	0.76
0–4 mm	2.51	2.46	2.48	0.82
Ortalama	2.56	2.51	2.53	0.79

0–4 mm tane boyutundaki agrega tane yoğunlukları (Görünür Tane Yoğunluğu, Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu, Doymun ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu) sırasıyla ortalaması alınmış olarak 2.56 gr/cm<sup>3</sup>, 2.51 gr/cm<sup>3</sup> ve 2.53 gr/cm<sup>3</sup>; 4–12 mm tane boyutundaki agrega tane yoğunlukları sırasıyla ortalaması 2.55 gr/cm<sup>3</sup>, 2.51gr/cm<sup>3</sup> ve 2.53 gr/cm<sup>3</sup> ve 12–22 mm tane boyutundaki agrega tane yoğunlukları sırasıyla ortalaması 2.56 gr/cm<sup>3</sup>, 2.53gr/cm<sup>3</sup> ve 2,54 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Buna göre, agrega tane yoğunlukları değerleri



2–3 gr/cm<sup>3</sup> arasında olup normal agrega olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.17 ve Çizelge 6.18).

BS 8007 (1987)'ye göre su emme oranı %3'den küçük olması istenir. Onpo taş ocağındaki ince agrega (0–4 mm) ve iri agrega (4–12 mm, 12–22 mm) boyutundaki numuneler üzerinde yapılan su emme deney sonuçlarının ortalama değerleri sırasıyla %0.79 ve %0.57, %0.51 dir (Çizelge 6.17 ve Çizelge 6.18).

TS EN 12620' ye göre su emme oranı bütün değerleri %1'in altında olduğundan donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deneyi yapılmasına gerek bulunmamaktadır ( Ek–10 ve Ek–11). İnce ve iri agrega bütün değerleri %2'in altında bulunduğundan yüksek dayanımlı beton üretiminde kullanılmalıdır.

Çizelge 6.18. Onpo Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları

Onpo taş ocağı	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doygun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su Emme Oranı (%)
4–12 mm	2,57	2,54	2,56	0,42
4–12 mm	2,52	2,48	2,5	0,71
Ortalama	2,55	2,51	2,53	0,57
12–22 mm	2,56	2,54	2,56	0,37
12–22 mm	2,55	2,51	2,52	0,64
Ortalama	2,56	2,53	2,54	0,51

#### 6.4.4. Şekil İndisi Tayini

Onpo taş ocağından alınan 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS 3814 EN 933-4' standardına göre ikişer adet şekil indisi tayini deneyi yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

Agregada şekil indisine göre agreganın boyunun eninine oranının üç kattan büyük olmaması gerekir. Bu oranlamaya göre, üç katından büyük olanlar kusurlu tane sayılır. Agregada kusurlu tane oranının %55'i geçmemesi gerekir. TS 3814

EN 933-4'e göre bu deney 63 mm elek üzerinde kalan ve 4 mm eleği geçen malzemeye uygulanmaz. TS 706 EN 12620'ye göre şekil indeksi  $\leq 14,95$  ise kategori SI<sub>15</sub> dır (Çizelge 6.19). Şekil indisi tayini deney sonuçları Ek-7 ve Ek-9'de verilmiştir.

Çizelge 6.19. Onpo Taş Ocağı 4-12 mm ve 12-22 mm Şekil İndisi Tayini Deney Sonuçları

Onpo taş ocağı	Numune boyutu (4-12 mm )	Numune boyutu (12-22 mm)
	Şekil İndisi (%)	
1.Deney	8	13.8
2.Deney	10.9	16.1
Ortalama	9.45	14.95

Onpo taş ocağından alınan numuneler üzerinde yapılan şekil indisi deney sonuçlarına göre en yüksek değer %14.95'dir. Kusurlu tanelerin yüksek bulunması halinde betonun mukavemeti ve betonun işlenebilirliğinde azalma beklenmektedir. TS 706 EN 12620'ye göre üst sınır %55 olduğundan, bulunan bu sonuç malzemenin betonun mukavemeti üzerinde olumsuz etkisinin olmayacağını göstermektedir.

#### 6.4.5. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi

Onpo taş ocağından alınan 4-12 mm ve 12-22 mm boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında BS 812 standardına göre ikişer adet yassılık yüzdesi ve indeksi deneyi yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. BS 812'e göre 63 mm. elek üzerinde kalan ve 6.4 mm eleği geçen malzemeye bu deney uygulanmaz. Yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonuçları Ek-7ve Ek-9'de verilmiştir.

Yassılık indeksinin yüksek bulunması betonda çimento miktarını arttırmakta, beton dayanımını ise azaltmaktadır. TS706 EN 12620'ye göre yassılık indeksi  $\leq 13,55$  ise kategori FI<sub>15</sub> dır (Çizelge 6.20). Yassılık indeksi deney

sonuçları %40'ın altında olduğundan bu malzemenin beton dayanımına olumsuz etkisi olmayacaktır. Yassılık indeksi deney sonuçları %40 üstünde bulunması halinde betonda kullanılan çimentonun artması beklenir.

Çizelge 6.20. Onpo Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Yassılık İndeksi Deney Sonuçları

Onpo taş ocağı	Numune boyutu (4–12 mm)	Numune boyutu (12–22 mm)
Yassılık İndeksi (%)		
1.Deney	9.1	13.9
2.deney	8.7	13.2
Ortalaması	8.9	13.55

#### 6.4.6. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini

Onpo taş ocağından alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki malzemeler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS 3530 EN 933–1 standardına göre deneyler yapılmış ve ince malzeme oranı tespit edilmiştir.

0–4 mm boyutundaki malzeme üzerinde yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini için yapılan elek analizi deney sonucunda ince malzeme oranı %3'ün üstünde bulunduğundan metilen mavisi deneyi gerekmektedir. İri agregadaki ince malzeme oranı ise, %1.5'in altında bulunduğundan metilen mavisi deneyi gerekmemektedir. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası tayini deney sonuçları Ek–5, Ek–6 ve Ek–7'de verilmiştir.

İnce agregada ince malzeme oranı deney sonucu %36.68 olduğundan, 0.063 mm göz açıklı elekten geçen miktar kütlece TS 706 EN 12620' ye göre  $\geq$  %22 ise kategori (f)  $F_{\text{beyan}}$  dır (Çizelge 21). İnce agregada ince malzeme oranı deney sonucunun yüksek bulunması betonda kullanılan çimento miktarını arttırmakta, buna karşın beton dayanımı azalmaktadır.

TS 3530 EN 933–1'e göre iri agregalarda çok ince malzeme oranı deney sonucu %0 çıkmıştır. Deney sonucu %0 bulunduğunda 0.063mm. göz açıklı

elekten geçen miktar kütlece TS 706 EN 12620' ye göre  $\leq$  %1,5 ise kategori (f) F<sub>1,5</sub> dir. Çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucunun alıcı firmaya ifade edilmesi önerilmektedir.

Çizelge 6.21. Onpo Taş Ocağından Alınan Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini Deney Sonuçları

Onpo taş ocağı		
Numune boyutu ve miktarı		
Çok İnce Malzeme Muhtevası (%)		
0–4 mm	4–11,2 mm	11,2–22,4 mm
500gr	1000gr	1000gr
183,4 gr	0	0
%36,68	%0	%0

#### 6.4.7. Metilen Mavisi Deneyi

Onpo taş ocağından alınan 0–4 mm boyutundaki malzemeler üzerinde Polat Beton Laboratuvarında TS EN 933–9 standardına göre 4 adet metilen mavisi deneyi yapılmıştır. Metilen mavisi deney sonuçları Ek–42, Ek–43, Ek–44 ve Ek–45'de sunulmuştur.

TS EN 933–9'a göre yapılan metilen mavisi deney sonuçları bu standartta belirtilen değerden küçük bulunması gerekmektedir. Metilen mavisi deney sonuçları %1.5'in altında bulunmuştur (Çizelge 6.22).

Betonda kullanılan ince malzeme içindeki kil miktarının artması, hem betonda kullanılan suyu arttırmakta hem de beton dayanımına zarar vermektedir. Bu durumda, üretim sırasında Elmadağ formasyonu dokunağından malzeme alınmamalı, çatlaklardaki kil bantlarının üretim alanından uzaklaştırılması için balast bandının çalıştırılması önerilmektedir.

Çizelge 6.22. Onpo Taş Ocağı Metilen Mavisi Deneyi Sonuçları

Onpo taş ocağı metilen mavisi		
Boyanın		
Numune miktarı (gr)	solüsyon miktarı (mL)	Sonuç (%)
200	14	0.70
200	12	0.60
200	20	1.00
200	26	1.30

#### 6.4.8. Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi

Onpo taş ocağından alınan (4–12mm, 12–22mm ) boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS EN 1367–1 standardına göre Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile iki adet donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deneyi yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Deney sonuçları Ek–6, EK–7, EK–8 ve Ek–9’de verilmiştir.

Çizelge 6.23. Onpo Taş Ocağı Donmaya Ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi Sonuçları

Onpo taş ocağı	Deney numunesinin kütlece yüzde kaybı		
	1.Deney	2.Deney	Ortalama
Numune boyutu			
4–12 mm	7.08	7.87	7.48
12–22 mm	6.97	7.20	7.09

Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarının ortalaması %7.48 ve %7.09 bulunmuştur (Çizelge 6.24). Deney sonuçlarının düşük bulunması agrega su emme oranının düşük olduğunu göstermektedir. Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deneyi TS 706 EN 12620 'ye göre kategori  $\geq 18$  ise MS<sub>18</sub> dir. Bu deney sonuçlarına göre atmosferik koşullar altında betonda hacimsel değişiklikler söz konusu olmayacaktır. Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçları %18'in üstünde bulunması durumunda betonda çatlaklar meydana gelmekte, bu da beton mukavemetini düşürmektedir.

#### 6.4.9. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metot (Los Angeles Deneyi)

Onpo taş ocağında alınan (0–4 mm, 4–12 mm, 12–22 mm) tane boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS EN 1097-2 standardına göre iki adet Los Angeles deneyi yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Los Angeles deney sonuçları Ek-5, Ek-7 ve Ek-9'da sunulmuştur. Deney sonuçlarına göre TS 706 EN 12620 dikkate alındığında en yüksek Los Angeles Katsayısı  $\leq 25$  olduğundan kategori LA<sub>25</sub> dır (Çizelge 6.24).

Çizelge 6.24. Onpo Taş Ocağı Los Angeles Deneyi Sonuçları

Onpo taş ocağı	Los Angeles Aşınma Değeri (%)		
	1.Deney	2.Deney	Ortalama
Numune boyutu			
0–4 mm	24.4	23.6	24
4–12 mm	14.7	15.8	15.25
12–22 mm	17.6	16.9	17.25

Los Angeles deneyi asfalt yolların dayanımını belirlemede önemli bir faktördür. Agregata tane dayanımı ile beton mukavemeti paralel olup deney sonuçları beton dayanımının yüksek olacağını göstermektedir. Los Angeles deneyi sonuçlarının yüksek bulunması halinde, bu malzemelerin basit yapılarda veya köy yollarında kullanılması önerilmektedir.

#### 6.4.10. Schmidt Çekici Deneyi

Schmidt çekici, kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımlarının tayininde kullanılan pratik bir testtir. Ortaköy formasyonu içinde bulunan kireçtaşı blokları üzerinde Schmidt çekici deneyi yapılmıştır. Onpo taş ocağında alınan 12–22 mm boyutundaki numuneden yapılan görünür tane yoğunluğu değerlerinin ortalaması 2.56 gr/cm<sup>3</sup> bulunmuştur. Kayacın birim hacim ağırlığı 25,6 kN/m<sup>3</sup> alınmıştır.

Çizelge 6.25. Ortaköy Formasyonundaki Kireçtaşları Üzerine Yapılan Schmidt Çekici Deneylerinin Sonuç Değerleri

Okuma no	Schmid Çekici Değerleri	Schmidt Çekici Değerleri
1	15	21
2	19	24
4	40	16
4	25	16
5	20	20
6	49	24
7	17	40
8	27	25
9	22	42
10	17	40

Bu ortalama değer karşılığı Schmidt çekici grafiğinden tek eksenli sıkışma dayanımı değeri 38 MPa bulunmuştur (Şekil 6.15). Bir alandan alınan 10 adet Schmidt çekici değerlerinden en küçük beş değer yok sayılır. Diğer beş değer ortalama alınır (Çizelge 6.25).

$$(49+ 40 +27+25+22)/5=28.6$$

$$(42 +40 +40+ 25+24)/5=28.2$$

$$(28.6 +28.2)/2 =28.4$$

$$1\text{MPa} = 10.2 \text{ kgf/ cm}^2$$

$$38 \times 10.2 = 387.6 \text{ kgf/ cm}^2$$

Schmidt çekici deney sonuçları, kayacın tek eksenli sıkışma dayanımına bir yaklaşım sergilemektedir. Ortalama 28.4 değeri Schmidt çekici grafiğindeki tek eksenli sıkışma dayanımı değeri 487.6 MPa bulunmuştur (Şekil 6.15). Deere ve Miller sınıflamasına göre kayacın dayanımı Düşük ve sınıfı D olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.14).

**6.4.11. Onpo Taş Ocağında Yapılan Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Onpo taş ocağından alınan numuneler üzerinde yapılan bütün deney sonuçları genellikle standartların alt ve üst limit değerleri arasındadır. Yalnızca 12–22 mm boyutundaki malzemedan yapılan ikinci deney elek analizi sonucu önerilen alt sınırı altında kalmaktadır. Ortaköy formasyonunda açılan taş ocaklarından yapılan gevşek ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki farkın  $5 \text{ kg/m}^3$  den küçük olduğu tespit edilmiştir.

0–4 mm boyutundaki malzemenin tane yoğunluğu ortalama değerleri, görünür tane yoğunluğu  $2,56 \text{ gr/cm}^3$ , etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2,51 \text{ gr/cm}^3$ , doymuş ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2,53 \text{ gr/cm}^3$  ve su emme oranı ortalama değeri %0.79' dir. 4–12 mm boyutundaki malzemenin tane yoğunluğu ortalama değerleri, görünür tane yoğunluğu  $2,55 \text{ gr/cm}^3$ , etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2,51 \text{ gr/cm}^3$ , doymuş ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2,53 \text{ gr/cm}^3$  ve su emme oranı ortalaması %0.57 dir. 12–22 mm. boyutundaki malzemenin tane yoğunluğu ortalama değerleri, görünür tane yoğunluğu  $2,56 \text{ gr/cm}^3$  etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2,53 \text{ gr/cm}^3$ , doymuş ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu  $2,54 \text{ gr/cm}^3$  ve su emme oranı ortalaması %0.51' dir. İnce/iri agrega üzerinde yapılan su emme oranı deney sonuçları %2'nin altında bulunduğundan agregaların iyi beton üretiminde kullanılması uygundur.

Onpo taş ocağından her numune boyutundan şekil indisi deneyi sonucunda, 4–12 mm boyutundaki malzemedan yapılan deney sonuçları ortalaması %9.45, ve 12–22 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması %14.95 bulunmuştur. Kusurlu tanelerin düşük bulunması betonun mukavemetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Onpo taş ocağından yapılan yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonucunda, 4–12 mm boyutundaki malzemedan yapılan deney sonuçları ortalaması %8.9 ve 12–22 mm boyutundaki malzemedan yapılan deney sonuçları ortalaması %13.55 bulunmuştur. 0–4 mm boyutunda numune üzerinde yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucunda ince



malzeme yüzdesi %36.68 olduğundan metilen mavisi deneyi gerekmekte, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutunda numuneler üzerinden yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları %0 bulunduğundan metilen mavisi deneyi gerekmemektedir. Onpo taş ocağında yapılan metilen mavisi deney sonuçları % 0.60 –%1.30 arasında olup bu durum çatlaklardaki kil bantlarına dikkat edilmesi gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

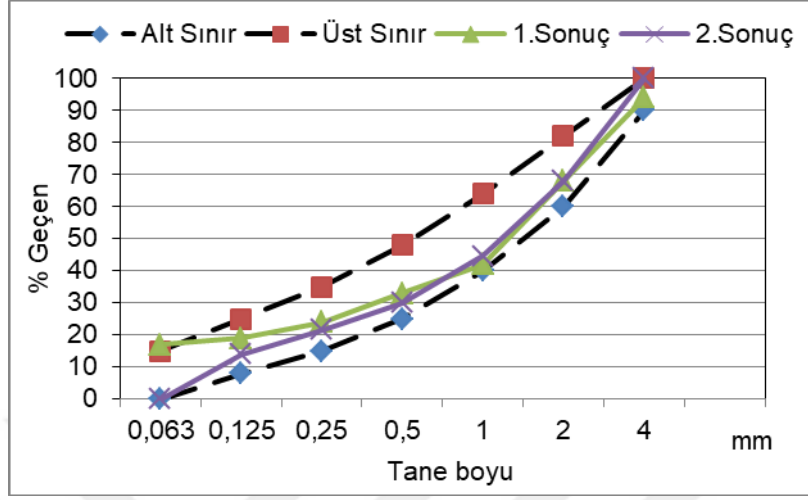
Onpo taş ocağında yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deneyi, 4–12 mm boyutundaki numunelerde yapılan deney sonuçları ortalaması %7.48 ve 12–22 mm boyutundaki numune deney sonuçları ortalaması %7.09 dir. Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney %18'den yüksek bulunması betonda mukavemetin düşmesine ve hacim değişiklikleri oluşmasına sebep olmaktadır.

0–4 mm boyutundaki malzemenin yapılan Los Angeles deney sonuçları ortalaması %23.95 ve 4–12 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması %15.25 ve 12–22 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması %17.25 dir. Los Angeles deney sonuçlarının düşük bulunması agrega tane dayanımının yüksek olduğunu göstermektedir. Deere ve Miller'e göre Ortaköy formasyonundaki kireçtaşlarının dayanımı Düşük ve sınıfı D olarak tespit edilmiştir.

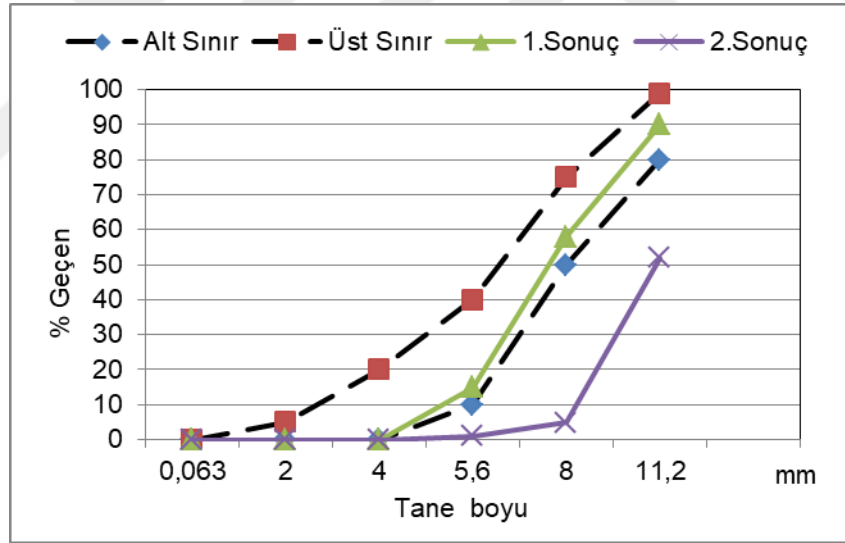
## **6.5. Yibitaş Taş Ocağı**

### **6.5.1. Elek Analizi**

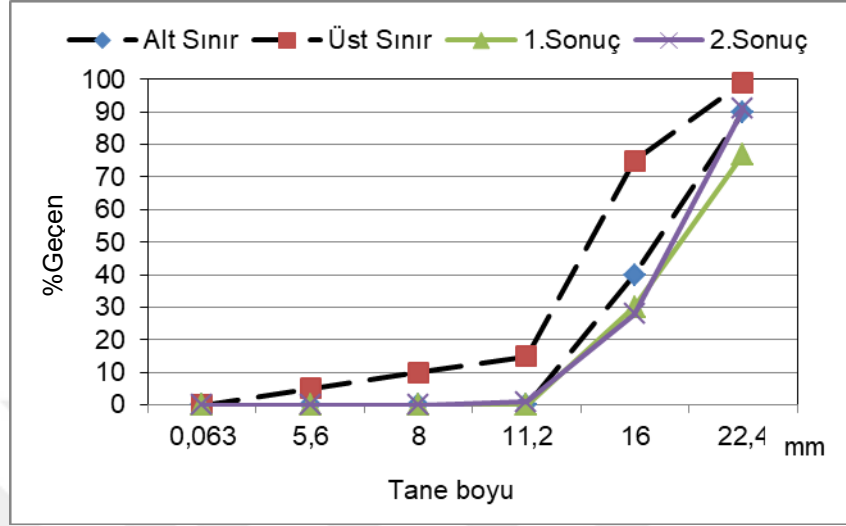
Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarında açılan Yibitaş taş ocağından alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutlarındaki numunelerden ikişer adet elek analizi yapılmıştır. Elek analizi deneyleri Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS 707'ye göre yapılmıştır (Şekil 6.19, Şekil 6.20 ve Şekil 6.21).



Şekil 6.19. Yibitaş taş ocağı 0–4 mm elek analizleri grafikleri



Şekil 6.20. Yibitaş taş ocağı 4–12 mm elek analizleri grafikleri



Şekil 6.21. Yibitaş taş ocağı 12–22 mm elek analizleri grafikleri

4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki malzemelerden yapılan ikinci deneyler TS 706 EN 12620 Standardına göre öngörülen elek analizinin alt ve üst sınırlarının dışında bulunmuştur. Elek analizi deney sonuçları Ek-5, Ek-6, Ek-7 ve Ek-12’de verilmiştir. İkinci deney sonuçlarına göre bu malzemenin betonda kullanılması durumunda beton mukavemetinin azalacağı, asfaltta kullanılması halinde ise asfaltta çökmeler oluşacağı beklenmektedir.

#### 6.5.2. Agreganın Gevşek/Sıkışık Yığın Yoğunluğu ve Boşluk Yüzdesi

Yibitaş taş ocağında alınan 0–4 mm, 4–12 mm, 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde yapılan agreganın gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu ve boşluk yüzdesi deneyleri ise TS 3529 standartına göre Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında ikişer adet yapılmış olup deney sonuçlarının farkı alınmıştır. Agreganın gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları Ek-5, Ek-6 ve Ek-7’de verilmiştir.

Çizelge 6.26. Yibitaş Taş Ocağı Agregası Gevşek Yığın Yoğunluğu Ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı			
Numune boyutu	0–4 mm	4–12mm	12–22 mm
Agrega yığın yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	1742–1742	1441–1441	1437–1437
Boşluk yüzdesi (%)	30.8	43.3	43,4

Çizelge 6.27. Yibitaş Taş Ocağı Agregası Sıkışık Yığın Yoğunluğu Ve Boşluk Yüzdesi Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı			
Numune boyutu	0–4 mm	4–12mm	12–22 mm
Agrega yığın yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	1755–1754	1453–1453	1445–1445
Boşluk yüzdesi (%)	30.8	42.8	43,4

Yapılan deneylerde, agregası gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki fark 5 kg/m<sup>3</sup>' den küçük bulunmuştur (Çizelge 6.26, Çizelge 6.27). Genel yaklaşım olarak; boşluk yüzdesi düşük ise agregası yığın yoğunluğu yüksek bulunmaktadır. Agregası gevşek/sıkışık yığın yoğunluğu yüksek olan agregaların tane dayanımı yüksek olup beton üretiminde daha fazla çimento ihtiyacı gerekmemektedir. Boşluk yüzdesi fazla olan agregaların taneleri şekil bakımından kusurlu olup beton üretiminde kullanılması durumunda daha fazla su ve çimento kullanılması söz konusu olacaktır.

### 6.5.3. İri/İnce Agregası Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı

Yibitaş taş ocağından alınan numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS EN 1097–6 standartına göre agregası tane yoğunluğu ve su emme deneylerinden ikişer adet yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır (Çizelge 6.28 ve Çizelge 6.29).

Çizelge 6.28. Yibitaş Taş Ocağı 0–4 mm Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doygun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su Emme Oranı (%)
0–4 mm	2,58	2,54	2,56	0,6
0–4 mm	2,55	2,5	2,52	0,8
Ortalama	2,57	2,52	2,54	0,7

0–4mm tane boyutundaki agrega tane yoğunluklarının (Görünür Tane Yoğunluğu, Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu, Doymun ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu) sırasıyla ortalaması; 2.57 gr/cm<sup>3</sup>, 2.52 gr/cm<sup>3</sup> ve 2.54 gr/cm<sup>3</sup>; 4–12 mm tane boyutundaki agrega tane yoğunlukları sırasıyla ortalaması 2,55 gr/cm<sup>3</sup>, 2,54 gr/cm<sup>3</sup> ve 2,53 gr/cm<sup>3</sup> ve 12–22 mm tane boyutundaki agrega tane yoğunluklarının sırasıyla ortalaması 2,57 gr/cm<sup>3</sup>, 2,54 gr/cm<sup>3</sup> ve 2,56 gr/cm<sup>3</sup> dür.

Agrega tane yoğunlukları değerleri 2–3 gr/cm<sup>3</sup> arasında olup normal agrega olarak tanımlanmıştır (Ek–10 ve Ek–11).

Çizelge 6.29. Yibitaş Taş Ocağı 4–12 mm ve 12–22 mm Agrega Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı	Görünür Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Etüvde Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Doygun Ve Kurutulmuş Esasta Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Su Emme Oranı (%)
4–12mm	2,52	2,5	2,51	0,39
4–12mm	2,57	2,53	2,55	0,67
Ortalama	2,55	2,54	2,53	0,53
12–22mm	2,55	2,53	2,54	0,41
12–22mm	2,59	2,55	2,57	0,61
Ortalama	2,57	2,54	2,56	0,51

BS 8007 (1987)' ye göre bu deneyde üst sınırın %3'den küçük olması istenir. İri/ ince agrega su emme oranına ilişkin bütün değerler %1'den küçük bulunmuştur. TS 706 EN 12620 Beton Agregaları Standardına göre su emme oranı %1'den küçük olduğundan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deneyi gerekmemektedir. İri/ince agrega su emme oranı bütün değerleri %2'den küçük bulunduğundan yüksek dayanımlı beton üretiminde kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

#### 6.5.4. Şekil İndisi Tayini

Yibitaş taş ocağından alınan 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS 3814 EN 933–4'e göre ikişer adet şekil indisi tayini deneyi yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Şekil indisi deney sonuçlarının en büyük değeri %22.5 olduğundan, nu malzemelerin kullanılacağı betonun mukavemeti açısından sakınca bulunmamaktadır. (Çizelge 6.30). Şekil indisi tayini deney sonuçları Ek–6 ve Ek–8'de verilmiştir. TS 3814 EN 933–4'e göre 63 mm elek üzerinde kalan ve 4 mm eleği geçen malzemeye bu deney uygulanmaz.

Agregada şekil indisine göre, agreganın boyunun enine oranının üç katından büyük olmaması gerekir. Üç katından büyük olanlar kusurlu tane sayılmaktadır. Agregada bu oranın %55'i geçmemesi gerekir.

Çizelge 6.30. Yibitaş Taş Ocağı 12 mm ve 12-22 mm Şekil İndisi Tayini Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı	Numune boyutu	Numune boyutu
	4-12mm	12-22mm
	Şekil İndisi (%)	
1.Deney	20.3	16.9
2.Deney	24.2	16.3
Ortalama	22.5	16.6

TS 706 EN 12620 'ye göre şekil indeksi  $\leq 22,5$  ise kategori  $SI_{40}$  dır. TS 706 EN 12620 standardına göre şekil indeksi üst sınırı %55 dir.

Kusurlu tanelerin fazla bulunması betonun mukavemetini zayıflatır, beton üretiminde çimento/su oranını arttırır.

#### 6.5.5. Yassılık Yüzdesi ve İndeksi

Yibitaş taş ocağından alınan 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında BS 812 standartına göre ikişer adet yassılık yüzdesi ve indeksi deneyi yapılmış olup deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. BS 812'ye göre bu deney 63 mm elek üzerinde kalan ve 6.3 mm eleği geçen malzemeye uygulanmaz. Yapılan deneylerde yassılık indeksi deney sonuçları %40'ın altında çıkmıştır. Yassılık yüzdesi ve indeksi deney sonuçları Ek-6 ve Ek-8'de verilmiştir.

TS 706 EN 12620'ye göre Yassılık indeksi  $\leq 13,75$  ise kategori FI<sub>15</sub>'dir (Çizelge 6. 31). Agregaya yassılık indeksi deney sonuçlarının düşük olması beton dayanımının yüksek olmasına neden olur. Yassı tanelerin artması, beton üretiminde çimento/su oranının artmasına yol açmaktadır.

Çizelge 6.31. Yibitaş Taş Ocağı 12 mm ve 12-22 mm Yassılık İndeksi Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı	Numune boyutu (4–12 mm )	Numune boyutu (12–22 mm )
Yassılık İndeksi %		
1.deney	10.6	13.4
2.deney	11	14.1
Ortalama	10.8	13.75

#### 6.5.6. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini

Yibitaş taş ocağından alınan 0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki malzeme üzerinde, Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS3530 EN 933–1'e göre çok ince malzeme oranı deneyleri yapılmıştır. Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası deney sonuçları Ek–5, Ek–6 ve Ek–7'de verilmiştir.

Deney sonucu %3'in üstünde çıktığından dolayı 0–4 mm boyutundaki numuneler üzerinde metilen mavisi deneyi yapılması gerekmektedir. İri agregada yapılan deneyde ince malzeme oranı %1.5'in altında çıkmış olduğundan bu numuneler üzerinde metilen mavisi deneyi yapılması gerekmemektedir (Çizelge 6.32).

TS 3530 EN 933–1'e göre ince agregalarda çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu %16.71 çıkmıştır. 0.063 mm göz açıklı elekten geçen miktar kütlece TS 706 EN 12620' ye göre %16'dan büyük olduğundan dolayı kategori (f) F<sub>22</sub> dir.

Çizelge 6.32. Yibitaş Taş Ocağı Beton Agregalarında Çok İnce Malzeme Muhtevası Tayini Deney Sonuçları

Yibitaş taş ocağı		
Numune boyutu ve miktarı		
Çok İnce Malzeme Muhtevası (%)		
0–4 mm	4–11,2 mm	11,2–22,4 mm
500gr	1000gr	1000gr
416.45gr	1000gr	1000gr
83.29	0	0
% 16.71	% 0	% 0

İnce maddeler agrega tanelerinin etrafını sardığından beton dayanımının düşmesine, agrega ile çimento arasındaki bağın zayıflamasına ve çimento/su oranının artmasına sebep olmaktadır.

#### 6.5.7. Metilen Mavisi Deneyi

Yibitaş taş ocağından alınan 0–4mm boyutundaki numuneler üzerinde 4 adet metilen mavisi deneyi Polat Beton Laboratuvarında TS EN 933–9'e göre yapılmıştır. Metilen mavisi deney sonuçları Ek–36, Ek–37, Ek–38 ve Ek–39'da



sunulmuştur. Metilen mavisi deney sonuçlarının %0.5 ile %1.1 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.33).

Metilen mavisi deneyi, betonda kullanılan ince agrega içindeki betona zarar veren kil miktarını belirlemek için yapılan bir deneydir. TS EN 933-9'a göre yapılan metilen mavisi deneyi sonuçları istenilen değerden küçük bulunması gerekmektedir. Metilen mavisi deney sonuçlarından elde edilen değer %1.5 altında bulunmuştur.

Metilen mavisi deneyi sonucunun yüksek bulunması durumunda, betonlarda istenen işlenebilirliği sağlamak için karışım suyu miktarını arttırmak gerekmektedir.

Çizelge 6.33. Yibitaş Taş Ocağı Metilen Mavisi Deney Sonuçları

Numune miktarı (gr)	Boyanın solüsyon miktarı (mL)	Sonuç (%)
200	22	1.1
200	20	1.0
200	10	0.5
200	16	0.8

#### 6.5.8. Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi

Yibitaş taş ocağında alınan 4-12 mm ve 12-22 mm boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS EN 1367-1'e göre, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilisi ile iki adet donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deneyi yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçları Ek-6, ve Ek-8'de verilmiştir. Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarının en büyük ortalama değeri %7.8'dir (Çizelge 6.34).

Deneyin TS 706 EN 12620'ye göre üst limiti %18 dir. TS706 EN 12620'ye göre kategori  $\geq 18$  olduğundan MS<sub>18</sub> dir. Donmaya ve çözölmeye karşı

direncin tayini deney sonuçları %18'in altında bulunduğundan, betonda su emme oranının düşük olduğu ve hacimsel değişimler gelişmeyeceği düşünülmektedir.

Çizelge 6.34. Yibitaş Taş Ocağı Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deney sonuçları

Yibitaş taş ocağı	Deney numunesinin kütlece yüzde kaybı		
	1.Deney	2.Deney	Ortalama
Numune boyutu			
4–12 mm	8.16	7.45	7.805
12–22 mm	8.22	6.98	7.6

#### 6.5.9. Agregaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler/ Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metot (Los Angeles Deneyi)

Yibitaş taş ocağından alınan 0–4 mm, 4–12 mm,12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde Akademi Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında TS EN 1097-2'ye göre iki adet Los Angeles deneyi yapılmış ve deney sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Los Angeles deneyi sonuçları Ek-5, Ek-6 ve Ek-7'de verilmiştir. Los Angeles deneyi asfalt yolların dayanımını belirlemede önemli bir faktördür. TS 706 EN 12620' ye göre en yüksek Los Angeles Katsayısı  $\leq 25$  olduğundan kategori LA<sub>25</sub> dır (Çizelge 6.35).

Bu deneyde, TS 706 EN 12620' ye göre istenilen üst sınır %50 dir. Deney sonuçları ortalama olarak sırasıyla %24.05, %16.9 ve %1 6.05 dir. TS 706 EN 12620' ye göre en yüksek Los Angeles Katsayısı  $\leq 24,05$  olduğundan kategori LA<sub>25</sub> dir. Los Angeles deney sonuçlarının düşük olması hem agrega tane dayanımının hem de beton mukavemetinin yüksek olacağını göstermektedir.

Çizelge 6.35. Yibitaş Taş Ocağı Los Angeles Deneyi Sonuçları

Yibitaş taş ocağı	Los Angeles Aşınma Değeri (%)		
	1.Deney	2.Deney	Ortalama
Numune boyutu			
0– 4 mm	23.7	24.4	24.05
4–12 mm	16.8	17	16.9
12–22 mm	15.9	16.2	16.05

**6.5.10. Schmidt Çekici Deneyi**

Schmidt çekici, kayaların tek eksenli sıkışma dayanımlarının tayininde kullanılan pratik bir testtir. Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarının bulunduğu bölgede kireçtaşı blokları üzerinde Schmidt çekici deneyi yapılmıştır. Yibitaş taş ocağından alınan 12–22 mm boyutundaki numunede yapılan görünür tane yoğunluğu değerlerinin ortalaması  $2.57 \text{ gr/cm}^3$  bulunmuştur. Deney sonucunun değerlendirmesinde kayacın birim hacim ağırlığı  $25.7 \text{ kN/m}^3$  alınmıştır. Bu ortalama değerine karşılık gelen Schmidt çekici grafiğinden tek eksenli sıkışma dayanımı değeri bulunur (Şekil 6.15). Bu alandan alınan 10 adet Schmidt çekici değerlerinden en küçük beş değer değerlendirmeye alınmamış ve diğer beş değer ortalama alınmıştır (Çizelge 6.36).

$$(44+42+40+38+38)/5=40.4 \quad (43+43+37+36+35)/5=38.8$$

$$(38+36+36+29+28)/5=33.4 \quad (43+38+31+30+30)/5=34.4$$

$$(40.4+38.8+33.4+34.4)/4=36.75$$

Schmidt çekici değerleri kayacın tek eksenli sıkışma dayanımı hakkında bir yaklaşım sunmaktadır. Ortalama 36.75 değerine göre Schmidt çekici grafiğindeki tek eksenli sıkışma dayanımı değeri 48 MPa bulunmuştur (Şekil 6.15). Bu durumda, Deere ve Miller sınıflanmasına göre kayacın dayanımı Düşük ve sınıfı D bulunmuştur (Çizelge 6.14).

$$48 \times 10.2 = 489.6 \text{ kgf/cm}^2$$

Çizelge 6.36. Permiyen Yaşlı Kireçtaşı Blokları Üzerinde Yapılan Schmidt Çekici Deneilerinin Sonuç Değerleri

Okuma no	Schmidt Çekici Değeri	Schmidt Çekici Değeri	Schmidt Çekici Değeri	Schmidt Çekici Değeri
1	38	36	24	31
2	44	33	29	43
3	38	18	25	29
4	40	35	17	38
5	27	37	15	30
6	20	43	36	19
7	32	28	28	23
8	36	32	36	18
9	42	43	38	20
10	31	29	19	30

Schmidt çekici değerleri kayacın tek eksenli sıkışma dayanımı hakkında bir yaklaşım sunmaktadır. Ortalama 36.75 değerine göre Schmidt çekici grafiğindeki tek eksenli sıkışma dayanımı değeri 48 MPa bulunmuştur (Şekil 6.15). Bu durumda, Deere ve Miller sınıflanasına göre kayacın dayanımı Düşük ve sınıfı D bulunmuştur (Çizelge 6.14).

$$48 \times 10.2 = 489.6 \text{ kgf/cm}^2$$

#### 6.5.11. Yibitaş Taş Ocağında Yapılan Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yibitaş taş ocağından alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi deney sonuçları, genellikle TS 706 EN 12620 standartına göre belirlenen alt ve üst limit değerleri içinde kalmaktadır. Yalnızca 4–12 mm boyutundaki malzemeden yapılan bir adet elek analizi deney sonuçları alt sınırın dışında çıkmıştır. Agrega gevşek ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları arasındaki fark  $5 \text{ kg/m}^3$  ten küçük bulunmuştur.

Yapılan deneylerde, ince agrega tane yoğunluğu ortalama değerleri, görünür tane yoğunluğu  $2.57 \text{ gr/cm}^3$ , etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu

2.52 gr/cm<sup>3</sup>, doymuş ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu 2.54 gr/cm<sup>3</sup> ve su emme oranı ortalaması %0.70 bulunmuştur. 4–12 mm boyutundaki malzemenin iri agrega tane yoğunluğu ortalama değerleri/görünür tane yoğunluğu 2.55 gr/cm<sup>3</sup>, etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu 2.54 gr/cm<sup>3</sup>, doymuş ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu 2.53 gr/cm<sup>3</sup> ve su emme oranı ortalaması %0.53 tür. Deney sonucuna göre; 12–22 mm boyutundaki malzemenin iri agrega tane yoğunluğu ortalama değerleri/görünür tane yoğunluğu 2.57 gr/cm<sup>3</sup>, etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu 2.54 gr/cm<sup>3</sup>, doymuş ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu 2.56 gr/cm<sup>3</sup> ve su emme oranı %0.51 olarak tespit edilmiştir. Su emme oranı %2'den küçük olduğundan bu malzemenin iyi beton üretiminde kullanılması uygun olacaktır.

Şekil indisi tayini deneyinde, 4–12 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması %22.25 ve 12–22 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması ise %16.6 olarak bulunmuştur. Yassılık indeksi deneyleri ile, 4–12 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması %10.8 ve 12–22 mm boyutundaki malzemenin deney sonuçları ortalaması %13.75 olarak bulunmuştur. Yassı tanelerin yüzdesi düşük bulunması tane dayanımının yüksek olduğunu göstermektedir.

0–4 mm boyutunda numune üzerine yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu %16,71 olduğundan dolayı bu numuneler üzerinde metilen mavisi deneyi yapılması gerekmektedir. İri agregada yapılan deneyde ince malzeme oranı %1.5'in altında bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Metilen mavisi deneyi gerekmemektedir. 0–4 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan metilen mavisi deney sonuçları 0.5 ile 1.1 arasında çıkmıştır.

4–12 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçları ortalaması %7.805 ve 12–22 mm boyutundaki numune ile yapılan deney sonuçları ortalaması ise %7.6 dır. Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonucunun düşük bulunması betonda su emme oranının düşük olduğunu ve hacimsel değişimler gelişmeyeceği sonucunu ortaya koymaktadır.

0–4 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan Los Angeles deney sonuçları ortalaması % 24.05, 4–12 mm boyutundaki numune ile yapılan deney sonuçları ortalaması %16.9 ve 12–22 mm boyutundaki numune ile yapılan deney sonuçları ortalaması ise %16.059 dur. Bu sonuçlarla Deere ve Miller'e göre Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarında kayaç dayanımı Düşük ve sınıfı D bulunmuştur.



## 7. TAŞ OCAKLARINDA ALINAN NUMUNELER ÜZERİNDE YAPILAN DENEY SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Keçikaya formasyonunda açılan beş taş ocağından alınan her boyuttaki numuneden yapılan elek analizi deney sonuçları genellikle alt üst sınırların içinde çıkmıştır. Ortaköy formasyonunda açılan Onpo taş ocağından alınan numune üzerine yapılan elek analizleri deney sonuçları genellikle alt ve üst limit değerleri arasındadır.

Permiyen yaşlı kireçtaşı bloklarında açılan Yibitaş taş ocağından alınan 4–12 mm ve 12–22 mm boyutundaki malzemelerden yapılan birer adet elek analizi deney sonuçları alt limitin dışında çıkmıştır. Bu elek analiz sonuçlarına göre bu malzemeden beton üretimi yapılması durumunda beton dayanımının düşmesi söz konusu olacaktır.

Bütün taş ocaklarında her boyutta malzemeden yapılan sıkışık/gevşek birim hacim ağırlığı deneyinden ikişer adet yapılmıştır. Her boyutta malzemeden yapılan deney sonuçları arasındaki fark  $5 \text{ kg/m}^3$  ten küçüktür. Boşluk yüzdesi fazla olan agregaların taneleri şekil bakımından kusurlu olup beton üretiminde kullanılması durumunda daha fazla çimento kullanımı ortaya çıkacaktır.

Bütün taş ocaklarında her boyutta (0–4 mm, 4–12 mm ve 12–22 mm) alınan numuneler üzerinde yapılan tane yoğunluk (görünür tane yoğunluğu, etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu, doymun ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu) değerleri  $2.50 \text{ gr/cm}^3$ – $2.72 \text{ gr/cm}^3$  arasındadır.

Bütün numuneler üzerinde yapılan tane yoğunlukları (görünür tane yoğunluğu, etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu, doymun ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu) değerleri  $2,00 \text{ gr/cm}^3$  ile  $3,00 \text{ gr/cm}^3$  arasında olduğundan normal agrega olarak tanımlanmıştır.

Mentaş taş ocağı dışında diğer taş ocaklarında su emme deney sonuçları %1'in altında bulunmuştur. Bu nedenle, donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deneyi yapılması gerekmemektedir. McNally (1998) ve Güler ve ark

(2010)'na göre Agregada su emme oranının yüksek olması mikro çatlakların fazlalığını gösterir. Su emme oranı agrega içindeki kil ve mika miktarına bağlı olarak artacağı gibi fay zonlarındaki malzemede de artar. Su emme deney sonuçları %2 altında bulunduğundan agregalarda mikro çatlakların azlığını göstermektedir. Bütün taş ocaklarında alınan numuneler üzerinde yapılan su emme deney sonuçları %2 altında bulunduğundan agreganın kaliteli beton üretiminde kullanılması önerilmektedir.

Arazide bulunan taş ocaklarında alınan (4–12 mm boyutunda) numuneler üzerinde yapılan şekil indisi tayini deney sonuçları en düşük ortalama değer Onpo taş ocağında (%9.45), en yüksek ortalama değer ise Oyak taş ocağında (%17.95) bulunmuştur. 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde yapılan şekil indisi tayini deney sonuçları en düşük ortalama değer Mentaş taş ocağında (%13.75), en yüksek ortalama değer ise Alkar taş ocağında (%30.2) görülmüştür. TS 706 EN 12620 'ye göre üst sınır %55 olup Alkar taş ocağında şekil indeksi  $\leq 30,2$  olduğundan kategori  $SI_{40}$ 'dir. Kusurlu tanelerin fazla bulunması halinde betonun mukavemetini ve beton işlenebilirliğini olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir.

Çalışma alanında bulunan taş ocaklarında alınan (4–12 mm boyutunda) numuneler üzerinde yapılan yassılık indeksi tayini deney sonuçlarına göre, en düşük ortalama değer Kutlutaş taş ocağında (%7.8), en yüksek ortalama değer ise Alkar taş ocağında (%12.55) bulunmuştur. 12–22 mm boyutundaki numuneler üzerinde yapılan şekil indisi tayini deney sonuçlarına göre ise, en düşük ortalama değer Mentaş taş ocağında (%8.15), en yüksek ortalama değer ise Yibitaş taş ocağında (%13.75) tespit edilmiştir. TS 706 EN 12620'ye göre Yassılık indeksi  $\leq 13,75$  ise kategori  $SI_{15}$ 'dir.

Yassılık indeksinin yüksek bulunması hem tane yüzey alanını hem de betonda su ve çimento oranını arttırmakta, betonun basınç dayanımı ise azaltmaktadır.

Keçikaya formasyonunda açılan beş taş ocağından alınan 0–4 mm boyutundaki malzemeden yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası



tayini deney sonuçları sırasıyla %37.73, %12, %11.68, %24.40, %13.71; Onpo taş ocağında alınan 0–4 mm boyutundaki malzemedan yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu %36.68 ve Yibitaş taş ocağında alınan 0–4 mm boyutundaki malzemedan yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonucu %16.71 bulunmuştur. 0–4 mm boyutundaki malzemedan yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları %3 üstündedir. Beton üretiminde bütün taş ocaklarında alınan 0–4 mm boyutundaki malzemeler üzerinde yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları %3'ün üstünde bulunduğundan metilen mavisi deneyi gerekmektedir. Yine Bütün taş ocaklarından alınan iri (4–12 mm ve 12–22 mm) malzemedan yapılan beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası tayini deney sonuçları %1.5'in altında bulunmuş olup metilen mavisi deneyi gerekmemektedir.

Deney sonuçlarına göre ince malzeme yüzdesi %3'ün üstünde bulunduğu, ince maddeler agrega tanelerinin etrafını sardıklarından dolayı, agrega ile çimento hamuru arasında kalarak bağı zayıflatmakta, çimento karma suyunu ise arttırmaktadır. Betonda kullanılan fazla karma su miktarı, sıcak havalarda buharlaşma nedeniyle betonda gözenek oluşması ve beton mukavemetinin düşmesine sebep olmaktadır.

Metilen mavisi deneyi, ince agregadaki kil, demir oksit ve organik madde miktarını sınıflandırmak için ISSA (1989) tarafından önerilen bir deney yöntemidir.

TS EN 933-9'a göre yapılan metilen mavisi deney sonucu beyan edilen değerden küçük olması istenir. Metilen mavisi deney sonucunun yüksek bulunması, betonda kavım kaybı ve hacimsel değişikliklere neden olmakta, bununla birlikte betonun basınç dayanımını da olumsuz etkilemektedir.

Karayolu Teknik Şartnamesine göre metilen mavisi deneyinde üst sınır  $\leq 1,5$  kabul edilmektedir. Alınan örneklerde yapılan deney sonucunda Kutlutaş taş ocağında bir adet metilen mavisi deney sonucu %1.7, Oyak taş ocağında bir

adet metilen mavisi deney sonucu %1.75 olarak çıkmış, diğer örneklerin metilen mavisi deney sonuçları %1.5'in altında bulunmuştur. Metilen mavisi değeri arttıkça ince malzemenin kirliliği de artmaktadır. Keçikaya formasyonunda açılan Kutlutaş ve Oyak taş ocakları sonuçları % 1.5'in üstünde bulunduğundan dolayı beton üretimine dikkat edilmelidir.

TS EN 1367-1 standardı ve Karayolu Teknik Şartnamesi göre  $M_s \leq \%18$  olması gerekmektedir. Bütün taş ocaklarında alınan (4-12 mm boyutunda) numuneler üzerinde yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarına göre en düşük değer (%4.5), en yüksek değer (%8.29) ve (12-22 mm boyutunda) numuneler üzerinde yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarında en düşük değer (%4.5) ve en yüksek değer (%8.29) olarak bulunmuştur. Agreganın dona karşı mukavemeti, agreganın gözenekliliği, su emme oranı ve boşluk yüzdesi ile doğru orantılıdır. Agregada su emme oranı %3'ün üstünde bulunması durumunda, sert kış aylarında agrega tanelerindeki gözeneklere ve çatlaklara dolan suda donma ve çözülmeye yol açması söz konusudur. Donma ve çözülmeden dolayı agregada oluşan hacimsel genişlemeye bağlı olarak ufalanma ve parçalanma da meydana gelmektedir. Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçları %18'in altında bulunduğundan beton ve asfaltta don olayı oluşmayacak olup kategori ise  $MS_{18}$ 'dir.

TS EN 1097-2 standardına göre Los Angeles Katsayısı  $\leq \%50$ , kategori ise  $LA_{50}$  olup Karayolu Teknik Şartnamesi 2013 göre binder tabakasında  $\leq \%30$  ( $LA_{30}$ ), aşınma tabakasında  $\leq \%27$  ( $LA_{27}$ ) olması gerekmektedir.

Çalışma alanında bulunan taş ocaklarında her (0-4mm, 4-12 mm ve 12-22 mm) boyutta numuneler üzerinde yapılan Los Angeles deney sonuçlarına göre en düşük değer %14.95 ile Alkar taş ocağında, en yüksek değer %24.05 ile Yibitaş taş ocağında bulunmuştur. TS EN 12620 göre Los Angeles kategori  $LA_{25}$  olarak tanımlanmıştır.

Bütün taş ocaklarında alınan her boyuttaki numuneler üzerinde yapılan Los Angeles deney sonuçları TS EN 1097-2 standardı ve Karayolu Teknik Şartnamesi, sınırları dahilinde kalmaktadır. Los Angeles deney sonuçlarının düşük bulunması agrega tane dayanımının yüksek olduğunu göstermektedir.

Keçikaya formasyonundaki kireçtaşları Deere ve Miller (1966)' e göre 1. bölgede kayacın dayanımı Orta ve sınıfı C, 2. bölgede kayacın dayanımı Düşük ve sınıfı D, Ortaköy Formasyonundaki kireçtaşlarının dayanımı Düşük ve sınıfı D, Permien yaşlı kireçtaşı bloklarında kayaç dayanımı Düşük ve sınıfı D olarak bulunmuştur. Deere ve Miller sınıflaması kayacın tek eksenli sıkışma dayanımı hakkında bir yaklaşım vermektedir.

Çalışma alanındaki taş ocaklarından üretilen agreganın mühendislik özelliklerini belirlemek için yapılan deney sonuçları Karayolları Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve Demiryolları, Limanlar, Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğünün şartnameleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 7.1).

Çalışma alanında bulunan kireçtaşlarından üretilen agregalar kaynağına göre doğal ve karbonat mineralli, özgül ağırlığına göre normal agrega ve jeolojik kökenine göre tortul kayaç olarak tanımlanmıştır (Yılmaz ve ark, 2003).

Çizelge:7.1. Deneysel Sonuçlarının Kurum Şartnameleri İle Karşılaştırılması

Deneysel	Karayolları Genel Müdürlüğü		DSİ Genel Müdürlüğü	DLH Genel Müdürlüğü	Bu çalışma Sonuçları
	Binder	Aşınma			
Elek 0-4 mm Analizi 4-12mm 12-22mm					TS 707uygun TS 707uygun TS 707 bir deney uygun değil
Gevşek Ve Sıkışık Tane Yoğunluğu	$\leq 5 \text{ kg/m}^3$	$\leq 5 \text{ kg/m}^3$	$\leq 5 \text{ kg/m}^3$	$\leq 5 \text{ kg/m}^3$	$\leq 0-5 \text{ kg/m}^3$
İri Agregada Su Emme	$\leq 2.5$	$\leq 2$	(TS EN 12620)	(TS EN 12620)	%0.38 –1.43
İnce Agregada Su Emme	$\leq 2.5$	$\leq 2$	$\leq 3$	$\leq 3$	%0.18–0.73
Şekil İndisi	—	—	$\leq 55$ TS EN (12620)	$\leq 55$ (TS EN 12620)	%9.45–30.2
Yassılık İndeksi	$\leq 30$ (BS) $\leq 25$ ( FL <sub>25</sub> )	$\leq 25$ (BS) $\leq 20$ ( FL <sub>20</sub> )	$\leq 50$ (TS EN 12620)	50% (TS EN 12620)	%8.15–13.75
İri Agregada Çok İnce Malzeme Oranı	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	%0 – 0.97
İnce Agregada Çok İnce Malzeme Oranı	$\leq 2.5$	$\leq 3$	$\leq 3$	$\leq 4$	%11.6– 37.73
Metilen Mavisi	$\leq 1.5$ (MB)	$\leq 1.5$ (MB)	<Beyan	< Beyan	%0.5–1.75
Donma ve Çözülme	$\leq 18$ (MS <sub>18</sub> )	$\leq 16$ (MS <sub>16</sub> )	$\leq$ (MS <sub>18</sub> )	$\leq$ (MS <sub>18</sub> )	%4.5 –8.29 $\leq$ (MS <sub>18</sub> )
Los Angeles	$\leq 30$ (LA <sub>30</sub> )	$\leq 27$ (LA <sub>27</sub> )	$\leq$ (LA <sub>30</sub> )	$\leq$ (LA <sub>45</sub> )	%14.15–24.05 (LA <sub>25</sub> )

Çizelge:7.2. Agrega Tanımlaması (Yılmaz ve ark. 2003)

Kaynağına göre	Tane şekline göre	Özgül ağırlığına göre
Doğal Yapay	Yuvarlak Köşeli Yassı Uzun	Normal Hafif Ağır
Yüzey Dokusuna göre Düzgün Granüler Pürüzlü Kristalli Petekli	Tane büyüklüğüne göre İri İnce	Jeolojik kökene göre Volkanik Tortul Metamorfik
Mineralojik yapısına göre Silis mineralli Karbonat mineralli Mikalı vb.	Reaktif özelliklerine göre Reaktif Reaktif olmayan	Üretime göre Doğal (kum çakıl vb.) Yan ürün (curuf, perlit vb.)



## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanı olan (Ankara–Mamak) Kutludüğün bölgesinin jeolojisi detaylı olarak incelenmiş, kireçtaşlarının özellikle beton malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmış ve 11 adet stratigrafik kaya birimi ayırtılarak jeoloji haritası ve genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti hazırlanmıştır.

İnceleme alanının en yaşlı birimi olan Emir formasyonunun tabanı bölgede izlenmemiş, tavanının ise Elmadağ formasyonuna geçişli ve metamorfizma etkisinin belirgin olduğu görülmüştür. Elmadağ formasyonunda ise tabandan tavana doğru metamorfizma etkisinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışma alanında, ince–orta tabakalı Permien yaşlı kireçtaşı blokları çekim kuvvetleri etkisi ile Elmadağ ve Ortaköy formasyonlarının çökelim ortamına, Permien yaşlı kırıntılı bloklar ise Elmadağ formasyonu çökeline katılmışlardır. Ortaköy formasyonu içinde ayırtılan İmrahor kireçtaşı üyesi ince–orta tabakalı, gri–beyaz renklidir. Permien yaşlı kireçtaşı blokları allokton olarak geldikleri Emir ve Elmadağ formasyonları içinde değişik boyutta izlenmiştir.

Elmadağ formasyonu ve Ortaköy formasyonu ile geçişli olan Keçikaya formasyonu orta–kalın tabakalı, genellikle mikritik, yer yer fosilli, ikincil kalsit damarlı olup kireçtaşlarında stilolitik yol boyları belirgin ve genellikle demirli–killi maddeler ile doludur. Akbayır formasyonu, Permien yaşlı kireçtaşı blokları üzerinde tektonik dokanakla gelmektedir. Akbayır formasyonu ince–orta tabakalı, alt seviyeleri ise siltli killi olup bu düzeyler üzerinde hemipelajik kireçtaşı seviyeleri yer almaktadır.

Permien yaşlı kırıntılar ile Ortaköy formasyonu İmrahor kireçtaşı üyesi ve Akbayır formasyonu çalışma alanında çok az yüzlek vermişlerdir. İnceleme alanında bulunan gabro birimi, Elmadağ formasyonu ile Keçikaya formasyonu dokanağında çok az izlenmiştir. Gölbaşı formasyonu Elmadağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmekte, tabakalar çoğu zaman yatay olarak izlenmektedir. Alüvyon ise, değişik renkli, kum ve çakıl boyutundan oluşan güncel çökellerdir.

Bu çalışmada Keçikaya formasyonuna ait kireçtaşlarında işletilen beş taş ocağı (Kutlutaş, Menteş, Hurkan, Alkar ve Oyak) ve Ortaköy formasyonuna ait Permian yaşlı kireçtaşı bloklarında işletilen Onpo taş ocağı ile yine Permian yaşlı kireçtaşı bloklarında işletilen Yibitaş taş ocaklarından numuneler ve örnekler alınmış ve bunlar üzerinde amaca yönelik testler yapılmıştır.

**Kutlutaş, Menteş, Hurkan, Aklar ve Oyak Taş Ocakları;** Kultutaş taş ocağı hariç diğer taş ocaklardan alınan numuneler üzerinde yapılan elek analizi deney sonuçları Türk standartlarında belirtilen aralıklar arasında bulunmuştur.

Gevşek ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları  $5 \text{ kg/m}^3$  den düşük olduğundan, agreganın dış etkilere karşı dayanımının yüksek olacağı sonucuna varılmıştır.

Alınan numuneler üzerinde yapılan agrega iri/ince tane yoğunluğu deney sonuçları  $2.50 \text{ gr/cm}^3$ - $2.72 \text{ gr/cm}^3$  arasında olduğundan normal agrega olarak tanımlanmıştır. Mentaş taş ocağı dışındaki diğer taş ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan ince/iri agrega su emme deney sonuçlarının % 1'in altında ve civarında bulunması agrega mikro çatlaklarının az olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, agrega taneleri ile çimento hamuru arasında bağ kuvvetinin oluşmasında bir probleme neden olmayacağını ve beton üretiminde kullanılan çimento için daha fazla suya ihtiyaç bulunmayacağını göstermektedir.

Alkar taş ocağı şekil indisi deney sonuçları kısmen yüksek bulunmuş olmasına rağmen, tüm ocaklardaki şekil indisi deney sonuçlarına göre agreganın beton pompasının çalışmasına zarar vermeyeceği ve çimento/su oranını arttırmayacağı sonucuna varılmıştır. Numuneler üzerinde yapılan deney sonucunda bulunan yassılık indeksinin düşük değerde olması hem tane yüzey alanını hem de betonda su ve çimento oranını azaltacak ve betonun basınç dayanımını ise arttıracaktır.

İnce agregada yapılan çok ince malzeme muhtevası deney sonuçları %3'ten yüksek bulunmuştur. Bu malzemenin betonda kullanılması -halinde, bu özellik agrega taneleri ile çimento hamuru arasındaki bağı zayıflatacak, beton



karma suyunun artmasına ve beton mukavemetinin düşürmesine neden olacaktır. İri agregadaki çok ince malzeme miktarının tespiti için yapılan deneylerden çıkan sonuçlar, Türk standartlarında tanımlanan aralıkta olduğunu ve herhangi bir olumsuz sonuca yol açmayacağını göstermiştir.

Kultutaş ve Oyak taş ocakları hariç diğer ocaklardan alınan numunelerdeki ince malzeme üzerinde yapılan metilen mavisi deney sonuçları %1.5 altında bulunmuştur. Bu malzemenin asfaltta ve betonda kullanılması durumunda asfaltta bozulmalara, betonda kıvam kaybı ile hacimsel değişikliklere neden olmayacağı ve beton mukavemetini olumsuz etkilemeyeceği tespit edilmiştir.

Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarına göre agreganın betonda kullanılması halinde çatlaklar ve parçalanmalar olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Los Angeles deney sonucunun düşük bulunması agrega tane dayanımının yüksek olduğunu ve buna paralel olarak da asfalt yolların dayanımı ile beton mukavemetinin yüksek olacağını göstermektedir.

Kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonucunda, MgO miktarı %3.7 ile en yüksek Hurkan taş ocağında bulunduğundan, az da olsa kireçtaşlarında dolomit varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca, Hurkan taş ocağında çatlakların killi olmasından dolayı konkasör balans bandının devamlı çalıştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kutlutaş taş ocağından alınan 0-4mm boyutundaki numune üzerinde yapılan elek analizinde 0,063 – 1mm boyutundaki numunenin deney sonuçları TS 706 EN 12620'ye göre üst sınırın dışında bulunduğundan, betonda kullanılan çimento daha fazla suya ihtiyaç duyacaktır.

Yalnızca Alkar taş ocağı şekil indisi deney sonuçları diğer ocaklardaki deney sonuçlarına göre yüksek bulunduğundan bu ocaktaki agregada kusurlu tanelerin fazla olduğu düşünülmektedir.

Mentaş taş ocağından alınan 0-4mm boyutundaki numune üzerinde yapılan ince agrega su emme deney sonucu % 1.43 olarak bulunmuştur. Bu malzemenin

betonda kullanılması halinde diğer ocaklardan alınan 0-4mm boyutundaki malzemeye göre daha fazla suya gereksinimi olacağı sonucuna varılmıştır.

Kultutaş ve Oyak taş ocaklarından alınan ince malzeme üzerinde yapılan metilen mavisi deney sonuçlarından her iki ocaktan alınan birer numunede %1.70 , % 1.75 değerleri bulunmuştur. İnce malzeme üzerinde yapılan metilen mavisi deneyi sonuçlarının % 1.5'in üstünde bulunması nedeniyle, asfaltta bozulmalara, betonda kıvam kaybı ile hacimsel değişikliklere az da olsa neden olacaktır.

**Onpo Taş Ocağı:** Ocaktan alınan 0-4mm boyutundaki numune üzerinde yapılan birinci elek analizinde 0,063 – 0.5mm boyutundaki bölümünde deney sonuçları TS 706 EN 12620'ye göre üst sınırın dışında bulunmuştur. Bu malzemenin kullanılması halinde betonda kullanılan çimento daha fazla suya ihtiyaç duyacaktır. 11.2 – 22.4 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan ikinci elek analizi deney sonuçları TS 706 EN 12620'ye göre alt sınırın altında çıktığından, bu özellikteki malzemenin betonda kullanılması durumunda boşluk yüzdesi artacak beton dayanımı düşecektir.

Bu agregada yapılan gevşek ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları 5 kg/m<sup>3</sup> den düşük bulunmuş olup agreganın dış etkilere karşı dayanımının yüksek olacağı beklenmektedir.

Bu ocaktaki agreganın iri / ince tane yoğunluğu deney sonuçları 2.51 gr/cm<sup>3</sup> - 2.56 gr/cm<sup>3</sup> arasında bulunduğundan normal agreganın olarak değerlendirilmiştir. Diğer taraftan agreganın iri/ince su emme oranı %1'in altında bulunduğundan, agregada çatlakların ve mikro çatlakların az olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda, agreganın taneleri ile çimento hamuru arasında bağ kuvveti oluşmasına bir engel bulunmamakta ve beton üretiminde kullanılan çimentonun fazla suya ihtiyacı da olmamaktadır.

Şekil indisi deney sonuçları düşük değerde bulunduğundan, bu sonuç agregadaki kusurlu tanelerin az olduğunu göstermekte ve bu özelliğin de beton pompasına zarar vermeyeceği düşünülmektedir. Yassılık indeksi düşük olması hem tane yüzeyini hem de çimento/su oranını azaltmaktadır.

Beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası deney sonuçları %3'ten büyük çıktığından, bu malzemenin betonda kullanılması halinde bu durum, agrega taneleri ile çimento hamuru arasındaki bağı zayıflatacak, beton karma suyunun artmasına ve beton mukavemetini düşürmesine neden olacaktır. İri agregadaki çok ince malzeme miktarının tespiti için yapılan deneylerde çıkan sonuçların Türk standartlarına uygun olduğu görülmüştür.

İnce malzeme üzerinde yapılan metilen mavisi deneyi sonuçlarının düşük bulunması, asfaltta bozulmalara, betonda kıvam kaybı ile hacimsel değişikliklere olumsuz etkisinin olmayacağını göstermektedir.

Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarının düşük bulunması nedeniyle, betonda tahribat olmayacağı düşünülmektedir. Los Angeles deney sonucunun düşük bulunması, agrega tane dayanımı ve beton dayanımının yüksek olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan, çatlakların killi olmasından dolayı konkasör balans bandının devamlı çalıştırılması gerekmektedir.

**Yibitaş Taş Ocağı;** 4 – 11,2 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan ikinci elek analizi deney sonucu ve 11,2-22,4 mm boyutundaki numune üzerinde yapılan birinci elek analizi deney sonuçları TS 706 EN 12620'ye göre alt sınırın altında çıktığından, malzemenin betonda kullanılması halinde boşluk yüzdesi artacak beton dayanımı düşecektir.

Bu agregada yapılan gevşek ve sıkışık yığın yoğunluğu deney sonuçları 5 kg/m<sup>3</sup> den düşük bulunmuş olup agreganın dış etkilere karşı dayanımının yüksek olacağı beklenmektedir.

Agrega iri/ince tane yoğunluğu deney sonuçları 2.52 gr/cm<sup>3</sup> -2.57 gr/cm<sup>3</sup> arasında çıktığından normal agrega olduğu kabul edilmektedir. İnce/iri agrega su emme oranının %1 in altında tespit edilmiş olması nedeniyle çatlakların ve mikro çatlakların az olduğu düşünülmektedir. Bu durumda agrega tanelerinin çimento hamuruna bağlanmasında sorun oluşmayacaktır.

Şekil indisi deney sonuçları düşük çıktığından, beton pompasının çalışmasını olumsuz etkilemeyeceği düşünülmektedir. Yapılan deney sonucunda, yassılık indeksi değerlerinin düşük bulunması, hem tane yüzey alanını hem de betonda su ve çimento oranını azalmakta, betonun basınç dayanımını ise arttırmaktadır.

Beton agregalarında çok ince malzeme muhtevası deney sonuçların yüksek bulunmuş olup bu özellik agrega taneleri ile çimento hamuru arasındaki bağı zayıflatmakta, beton karma suyunun artmasına ve beton mukavemetinin düşmesine sebep olmaktadır. İri agregadaki çok ince malzeme miktarının tespiti için yapılan deneylerde çıkan sonuçların Türk standartlarında belirtilen aralıkta olduğu tespit edilmiştir.

İnce malzeme üzerinde yapılan metilen mavisi deneyi sonuçlarının düşük bulunması, asfaltta bozulmalara, betonda kıvam kaybı ile hacimsel değişiklikler gibi olumsuz etkilerinin olmayacağını göstermektedir. Bu ocaktan alınan numunelerde yapılan donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarına göre betonda çatlama ve parçalanmalar olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Los Angeles deney sonucunun düşük bulunması agrega tane dayanımının ve buna paralel olarak da beton mukavemetinin yüksek olacağını göstermektedir. Sonuç olarak; tüm taş ocaklarından alınan örnek ve numuneler üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre bu ocaklardan üretilen agreganın beton ve asfalt kullanımı için yüksek kalitede olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, agreganın kasaba ve köy asfalt yollarında değil; otoyol, endüstriyel ve büyük mühendislik yapılarında kullanılması önerilir.

Diğer taraftan, kentin imar planları yapılırken asfalt, beton ve alt yapı malzemesi için gerekli olan hammadde yatakları korunmalı, bu ocaklarda agrega üretimi bitinceye kadar bölge imara açılmamalı ve taş ocakları terk edildikten sonra çevre düzenlenmesi yapılacağı imar planlarında belirtilmelidir.

Çalışma alanındaki taş ocakların kalitesinin TS 706 EN 12620'ye uygun olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Sosyal, Y., Bafer, Z., Catal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H., ve Hakyemez, Y., 1982. Elmadağ–Kalecik Dolayının Temel Jeolojik Özellikleri. M.T.A. Enstitüsü Derleme No.7298, “yayınlanmamış”
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Sosyal, Y., Bafer, Z., Catal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H., ve Hakyemez, Y., 1984. Elmadağ–Kalecik Dolayının Temel Jeolojik Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 20:31–46.
- Akyürek, B., Duru, M., Sütçü, Y F., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N., Gönenç, O., Granit, S., ve Yaşar., T, 1996. Ankara ilinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynaklar Projesi (1994 Yılı Jeoloji Grubu Çalışmaları). M.T.A. Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, s.140.
- Aral, İ. F., 2004. Karatepe Bazaltlarının (Çorlu- Tekirdağ) Yapı Malzemesi olarak Kullanılabilirliği. İ.Ü. M.F. Yer Bilimleri Dergisi, 17(2):69–76.
- Arda, T., 1984. Ankara İl Hudutları Dahilindeki İnşaat Sanayii Hammaddeleri ve Bölgenin Genel Jeolojisi. M.T.A Derleme Rapor No: 8188, Ankara, s.44.
- Baradan, B., 1991. Yapı Malzemeleri II ( Bağlayıcı Maddeler, Agrega, Beton). D.E.Ü. M.M.F. Yayınları, No:207, s.204.
- Başocak, C., 1985. Uzaktan Algılanmış Verilerden Ankara İli'nin Arazi Kullanımı Etüdü. M.T.A. Jeofizik Dairesi Raporu No:763, Ankara, s.38 .
- Bayhan, E., 2007. Kalecik Bölgesi Üst Kretase–Alt Tersiyer Sedimanter İstiflerinin Kil Mineralojisi (Orta Anadolu, Türkiye). H.Ü.Y.U.A.M. Yerbilimleri Dergisi, 28 (2): 127–136.
- BS 8007, 1987. Code Of Practice For Design Of Concrete Structures For Retaining Aqueous Liquids, British Standards Institution.

- BS 812: Part 105-1, 1985. Testing Aggregates, Methods for Determination Of Particle Shape, Flakiness Index, British Standards Institution.
- Canik.B., 1997. Mühendislik Jeolojisi Ders Notları. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye Yayınları No:43, Ankara, 119s.
- Cargill, J.S., 1989. Evaluation of Empirical Methods of Measuring the Uniaxial Compressive Strength of Rock. MS Thesis Department of Geology Kent State University, Kent, OH, 80p. (Unpublished).
- Dalgıç, S., ve Hasdemir, S., 1996. Otoyol İnşasında Kırmataş Seçimi: Bir Vaka Analizi. 1. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler kitabı, Kozan Ofset Matbaacılık, s.333-346.
- Deere, D., and Miller. R. P., 1966. Classification And Index Properties Of Intact Rock Tech Report. AFWL-TR-65-116 AF Special Weapons Center, Kirtland Air Force Base, New Mexico.
- Demirel, Z., Kadioğlu, M., Aray, S., Orhan, F., ve Alp, A., 1999. Toprak ve Stabilizasyon Laboratuvarı El Kitabı. Karayolları Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 180s,
- Dönmez, M., Akçay, A.E., Kara, H., Yergök, A.F., ve Esentürk, K., 2008. 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kırşehir İ 30 paftası. M.T.A. yayını, Ankara, 26s.
- Erdoğan, M., 1993. İstanbul ve Dolayının Yapay Agrega Potansiyeli. Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, 14: 29–41.
- Erguvanlı, K., 1982. Mühendislik Jeolojisi. Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul, 589s.
- Fookes, P. G., 1980. An introduction to the influence of natural aggregates on the performance and durability of concrete. Quarterly Journal of Engineering Geology, 123:207–229.
- Goodman, R. E., 1993. Engineering Geology: Rock in Engineering Construction. Wiley, Newyork, 412pp.

- Green Paige, P., 2007. Durability Testing Of Basic Crystalline Rocks And Specification For Use As Road Base Aggregate. Bull Eng Geol Environ, 66: 431–440.
- Güler, B., Tuğrul, A., Hasdemir, S., ve Şahin, S.Y., 2010. İstanbul'da Üretilen Farklı Kökenli Agregaların Beton Özelliklerine Etkileri. Mühendislik Jeolojisi Bülteni, 30:53–72.
- Güler, B., Tuğrul, A., ve Şahin, S.Y., 2007. İstanbul Avrupa Yakasındaki Kumtaşı ve Kireçtaşlarının Yüksek Dayanımlı Beton Agregası Olarak Değerlendirilmesi (M. Erdoğan, H. T. Yalçın, Editörler). Erdoğan Yüzer Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, Kozan Ofset, İstanbul, s. 459–468.
- Harben, P., 1995. Industrial Minerals Handybook. 2nd Edition Industrial Information Ltd, London, pp. 36–43.
- Hasdemir, S., 2004. Metilen Mavisi Deney Sonuçlarının Beton Basınç Dayanımlarına Etkisi. Beton 2004 Kongresi, İstanbul, s. 615-622.
- Higgs, N. B., 1986. Preliminary Studies Of Methylen Blue Adsorption As A Method Of Evaluating Degradable Smectic-Bearing Concrete Aggregate Sands. Cement and Concrete Research, 16: 525–534.
- ISSA International Surry Seal Association, 1989. Test Method for determination of methylene blue absorption value (MBV) of mineral migggregate filler and fine. ISSA Bulletin, pp.145.
- İlter, A., 1967. Yol Yapımında Agregat Ve Bitümlü Malzemeler, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayını, Yayın No:153, Ankara, 184s.
- Karadenizli, L., Seyitoğlu, G., Saraç, G., Kazancı, N., Şen, Ş., Hakyemez, Y., ve Savaşçı, D., 2003. Çankırı-Çorum Havzası Batı Kenarının Erken-Orta Miyosen Paleocoğrafik Evrimi. M.T.A. Dergisi, 126: 69–86.
- Kayabaşı, A., Soypak, R., Göz, E., 2018. Evaluation of limestone quarries for concrete and asphalt production: a case study from Ankara, Turkey. Arabian Journal of Geosciences, 11(613):1-22

- Kazancı, N., ve Kökten, E., 1988. Ankara Kuzeyi, Paleosen Örgülü Akarsu Tortularında Çevrimsel Depolanma ve Litofasiyes Değişimleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 31(1 ): 81–86.
- Kazi, A., and Al-Mansour, Z.R., 1980. Influence of geological factors on abrasion and soundness characteristics of aggregates. Engineering Geology, (15): 195–203.
- Kırıkoğlu, S., 1996. Endüstriyel Kullanım Açısından Karbonat Kayaçları. 1. Kırmataş Sempozyumu, Kozan Ofset Matbaacılık, İstanbul, s.19 –32.
- Manavoğlu, E., ve Ortaçşme,V., 2015. Şehir ve Bölge Planlama Ders notu, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Yayın No:20, Antalya, 173s.
- McNally, G. H., 1998. Soil and Rock Construction Materials. E and FN Spon, 403p.
- Norman,T., 1973. Ankara Melanjının yapısı hakkında. Cumh. 50. yılı Yerbilimleri Kongresi tebliğleri dergisi. MTA. Yayınları, Ankara, s.77-94.
- Ocakoğlu, F., 1998. Orhaniye Bölgesi (Ankara Kuzeyi) Üst Kretase–Eosen İstifinin Kil Stratigrafisi: Eski Ortamsal ve İklimsel Koşullara İlişkin Bazı İpuçları. Türkiye Jeoloji Bülteni, 41(2 ): 31–39.
- Okan, Y., 1982. Elmadağ Formasyonunun (Ankara) Yaşı ve Alt Bölümleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 25(2) : 95–104.
- Okan, Y., ve Hoşgör, İ., 2009. Çankırı Havzası Yoncalı Formasyonu (Orta Anadolu) Harpactocarcinid Yatağında Erken Eosen (orta-geç Küviziyen) Mollusk Birlikteliği ve Tetis Paleocoğrafyasındaki Yeri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52(1 ): 1–30.
- Önenç, D.İ., 2008. Mermer Ve Mermer Hastaneleri Semineri. Jeoloji Mühendisleri Odası yayını, Ankara, 216s.



- Özcan, F., Karadenizli, L., Şen, Ş., Saraç, G., ve Seyitoğlu, G., 2007. Çankırı Havzının Batı Kenarındaki Alt Miyosen Çökellerinin Memeli Fosil Ve Litostratigrafisi: İç Anadolunun Çarpışma Sonrası Tektonik Modeller İçin Bir Test. Türkiye Jeoloji Bülteni, 50(3) :150–157.
- Özsayın, E., Yürür, T., ve Dirik, K., 2005. Yuva ve Yakacık Köyleri (Ankara Kuzeybatısı, İç Anadolu) Civarındaki Üst Kretase Ofiyolitik Karmaşığı ile Miyosen Birimlerinin Dokanak İlişkileri ile İlgili Yeni Gözlemler. H.Ü.Y.U.A.M. Yerbilimleri Dergisi, 26 (3): 55–59.
- Poitvein, P., 1999, Limestone aggregate concrete, usefulness and durability. Cement and Concrete Composites, 21: 89–97.
- Savaşçı, D., ve Seyitoğlu, G., 2004. Çankırı Havzasına Ait Kumartaş ve Hançili Formasyonları İçerisinde Çökelme İle Eş Yaşlı Tektonik Yapılar. Türkiye Jeoloji Bülteni, 47(1): 61–73.
- Seyitoğlu, G., Aktuğ, B., Karadenizli, L., Kaypak. B., Şen, Ş., Kazancı, N., Işık, V., Esat, K., Parlak, O., Varol, B., Saraç, G., ve İleri, İ., 2009. KB Orta Anadolu’da Geç Pliyosen–Kuvaterner Kısırılmış Kabuksal Tektonik Kama: Anadolu Levhasının İç Deformasyonunu Üstlenen Bir Neotektonik Yapı. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52(1):121– 154.
- Seyitoğlu, G., Ecevitöğlü, B., Işık, V., Esat, K., Akkaya, İ., ve Sağol, Ö., 2006. Yuvaköy (Ankara) Kuzeyinde Üst Kretase Ofiyolitik Melanj ile Jeolojik ve Jeofizik Veriler. H.Ü.Y.U.A.M. Yerbilimleri Dergisi, 27(3): 163–171.
- Shakoor, A., West, T. R., and Scholer, C. F., 1982. Physical characteristics of some Indiana argillaceous carbonates regarding their freezethaw resistance in concrete. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 19 (4): 371–384.

- Şen, P., ve Şen, E., 2013. Ankara GB'sında Yer Alan Oyaca–Kedikayası-Boyalık (Orta Anadolu, Türkiye) Adakitlerinin Petrojenetik Özellikleri: Yitim Dilimi Kökenli Ergiyik Metasomatizmasına Kanıtlar. M.T.A. Dergisi, 146: 81–92.
- Topçu, İ B., ve Canbaz, M., 2006. Eskişehir Bölgesi Agregalarının Özellikleri (A. E. Yüce, C. Kuzu, A. Güney, M. Erdoğan, Editorler). 4. Kırmataş Sempozyumu, Birmat Matbaacılık, İstanbul, s.257–264.
- TS 3529, 1980. Beton Agregalarında Birim Ağırlıklarının Tayini. T.S.E. Yayınları, Ankara, 3s.
- TS 3530 EN 933-1,1999. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler – Bölüm1: Tane büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Yöntemi. T.S.E. Yayınları, Ankara, 8s.
- TS 3814 EN 933-4, 2001. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler – Bölüm 1: Tane şeklinin tayini-Şekil indisi T.S.E. Yayınları, Ankara, 6s.
- TS 706 EN 12620, 2003. Beton Agregaları. T.S.E. Yayınları, Ankara, 46s.
- TS 706, 1980. Beton Agregaları. T.S.E. Yayınları, Ankara, 11s.
- TS 707, 1980. Beton Agregalarında Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi. T.S.E. Yayınları, Ankara, 7s.
- TS EN 1097– 6, 2002. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler– Bölüm 6: Agregalarında Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı Tayini. T.S.E. Yayınları, Ankara, 24s
- TS EN 1097-2, 2000. Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm:2 Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar (Los Angeles Deneyi). T.S.E. Yayınları, Ankara, 10s.
- TS EN 1367-1, 2001. Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler - Bölüm1: Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini Deneyi. T.S.E. Yayınları, Ankara, 9s

- TS EN 933-9, 2010. Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler – Bölüm 9: İnce Malzeme Tayini Metilen Mavisi Deneyi. T.S.E. Yayınları, Ankara, 10s.
- Tuğrul, A., ve Yılmaz, M., 2006. Taş Ocaklarının Kayaç Kalitesinin Değişimi ve Ocak Yerlerinde Mühendislik Jeolojisi Araştırmalarının Önemi (A.E. Yüce C. Kuzu, A. Güney, M. Erdoğan, Editorler). 4.Ulusal Kırmataş Sempozyumu, Birmat Matbaacılık, İstanbul, s.63–72.
- Ulusay, R., 1989. Pratik Jeoteknik Bilgiler. Teknomad Yayınları, Ankara, 244s.
- Üner, T., ve Çakır, Ü., 2011. Eldivan Ofiyoliti'ne (Çankırı) Ait Harzburjitik Tektonitlerin Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri. M.T.A. Dergisi, 143: 75–94.
- West, G., 1996. Alkali-aggregate reaction in concrete roads and bridges. Thomas Telford, London, 163 p.
- Yeşilova P. G., ve Tekin, E., 2007. Polatlı Sivrihisar Neojen Havzası Üst Miyosen Evaporitlerinin Jeokimyasal ve Jeostatistiksel İncelemesi (Demirci Köyü, Kd Sivrihisar-İç Anadolu). Türkiye Jeoloji Bülteni, 50(2): 71–83.
- Yılmaz, A. O., Alp, İ., Kaya, R., ve Çavuşoğlu, İ., 2003. Trabzon İlindeki Taşocaklarının İncelenmesi Ve Agregata Potansiyelinin Belirlenmesi (A. E. Yüce, C. Kuzu, M. Erdoğan, E. Nasuf, Editorler). 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, Birmat Matbaacılık, İstanbul, s.133–141.
- Yılmaz, A., ve Çakır, Ü., 2007. Yuva Köy Civarındaki Ankara Karmaşığının Petrolojik Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 50(2): 95–107.
- Yılmaz, F., Koltka, S., ve Sabah, E., 2011. Emirdağ-Adaçal (Afyonkarahisar) Kireçtaşlarının Beton Agregaları Standardına Uygunluğunun Araştırılması. A.K.Ü. Fen Bil. Dergisi, 11:1–12.
- Zarif, I H., Tuğrul, A., ve Dursun, G., 2003. İstanbul'daki Kireçtaşlarının Agregata Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi. İ.Ü. M.F. Yer Bilimleri Dergisi, 16 (2):61-70.

<http://www.ankara.gov.tr/cografya-konumu>. T.C Ankara Valiliği/ ( Erişim Tarihi: 21.01.2017).

([http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/67858/35126/yap%C4%B1\\_malzemeleri\\_ve\\_lab.9.1.agregalar.pdf](http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/67858/35126/yap%C4%B1_malzemeleri_ve_lab.9.1.agregalar.pdf) Agregalar, ( Erişim Tarihi: 14.05.2019).

<http://www.ankara.gov.tr/tr/815-su-kaynaklarimiz-icerik.html>. Ankara Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (Erişim tarihi: 21.01.2017).

<http://www.hun.pamukkale.edu.tr/>. malzemesi/Yapi Malzemeleri\_ 5, Agregatör katkı maddeleri, (Erişim tarihi: 6.11.2008).

<http://www.simbeton.com.tr/p25-> Beton Tarihi,(Erişim tarihi: 09.04.2019).

<http://www.tamyol.com.tr>. /UserFiler/content/KGM Teknik Şartnamesi. 431s. (Erişim tarihi: 12.01.2015).

<http://www.ubak.gov.tr>. / OKUMANLAR/20100416\_100451. 64s. (Erişim tarihi: 21.12.2014).

## **ÖZGEÇMİŞ**

03/05/1962 yılında Kahramanmaraş/Pazarcık'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gaziantep'te tamamladı. 1982 yılında başladığı İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 1987 yılında mezun oldu. 1999 yılında Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı ve 2004 yılında mezun oldu. 2007 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimine devam etmektedir. 1990 yılından beri de Ankara Büyükşehir Belediyesi'nde Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaktadır.



# **EKLER**



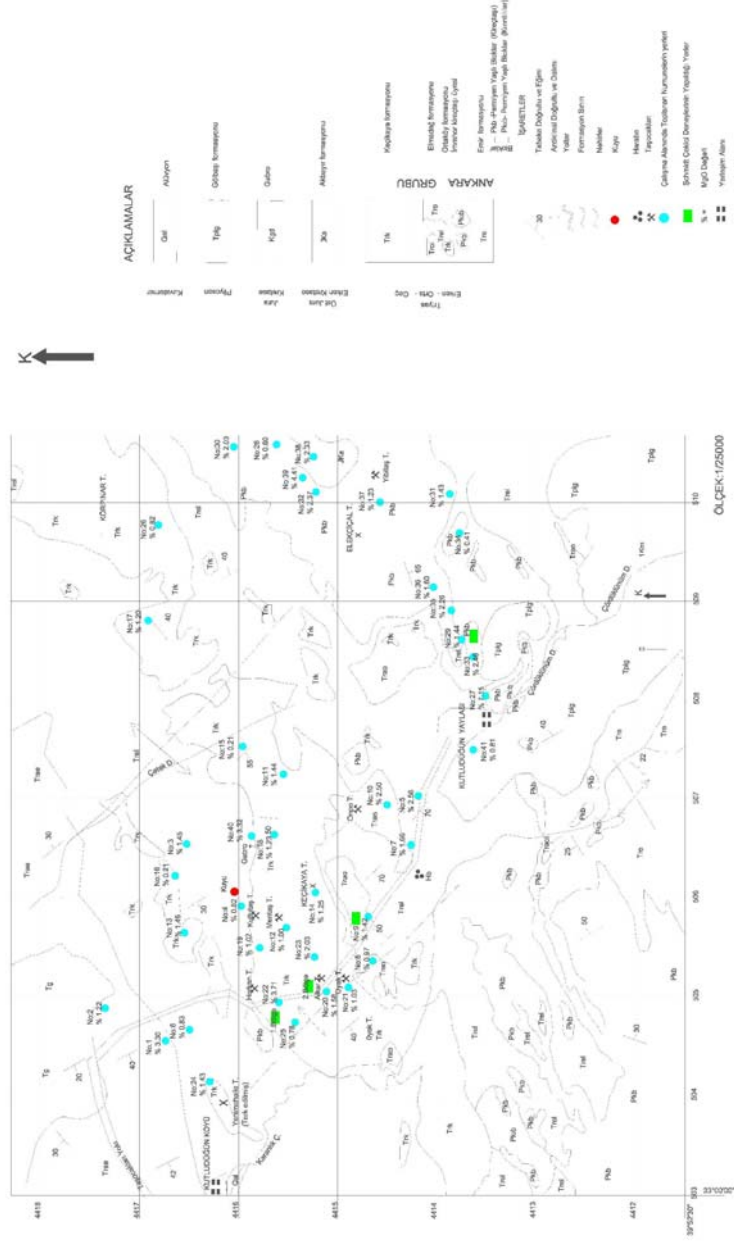
**EK-1. Çalışma Alanından Alınan Örneklerin Kimyasal Analiz Sonuçları**

Örnek No	Birim	Koor. (X )	(Y)	CaO %	MgO %	CaCO <sub>3</sub> %	MgCO <sub>3</sub> %
1	Emir formasyonu	504585	4416689	2.87	3.30	5.11	6.65
2	Emir formasyonu	504910	4417358	0.57	1.22	1.01	2.47
3	Elmadağ formasyonu	506519	4416438	0.58	1.45	1.03	2.93
4	Elmadağ formasyonu	505923	4415951	0.29	0.82	0.51	1.67
5	Elmadağ formasyonu	507039	4414171	4.67	2.56	8.30	5.17
6	Elmadağ formasyonu	504638	4416488	2.31	0.83	4.12	1.68
7	Elmadağ formasyonu	506548	4414208	8.67	1.66	15.45	3.35
8	Ortaköy formasyonu	505414	4414704	52.81	0.97	94.18	1.96
9	Ortaköy formasyonu	505821	4414704	47.55	1.42	84.78	2.86
10	Ortaköy formasyonu	506963	4414446	51.53	2.50	91.88	5.04
11	Keçikaya formasyonu	507227	4415566	52.22	1.44	93.11	2.92
12	Keçikaya formasyonu	505721	4415534	52.57	1.00	93.74	2.02
13	Keçikaya formasyonu	505683	4416574	52.81	1.45	94.16	2.93
14	Keçikaya formasyonu	506097	4415236	52.64	1.25	93.87	2.52
15	Keçikaya formasyonu	507498	4415962	54.71	0.21	97.54	0.42
16	Keçikaya formasyonu	506249	4416634	54.61	0.21	97.37	0.42
17	Keçikaya formasyonu	508775	4416902	52.88	1.20	94.23	2.42
18	Keçikaya formasyonu	506649	4415687	53.05	1.23	94.60	2.49
19	Keçikaya formasyonu	505488	4415774	53.27	1.02	94.98	2.06
20	Keçikaya formasyonu	505036	4415117	52.29	1.58	93.23	3.20
21	Keçikaya formasyonu	505064	4414867	52.54	1.03	93.67	2.07
22	Keçikaya formasyonu	504917	4415605	47.59	3.71	84.86	7.50
23	Keçikaya formasyonu	505378	4415223	51.84	2.03	92.4	4.09
24	Keçikaya formasyonu	504193	4416316	52.01	1.43	92.89	2.89
25	Keçikaya formasyonu	504711	4415448	52.97	0.78	94.44	1.58
26	Keçikaya formasyonu	509755	4416830	52.17	0.82	93.01	1.67
27	Permien Yaşlı kırıntılı Blokları	508032	4413509	7.73	7.15	13.79	14.44
28	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	510590	4415636	54.13	0.80	96.52	1.62
29	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	508608	4413727	52.42	1.44	93.48	2.93
30	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	510567	4416054	51.88	2.03	92.50	4.09
31	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	510086	4413860	52.04	1.43	92.80	2.89
32	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	510102	4415201	51.62	2.37	92.04	4.78
33	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	508424	4413652	51.38	2.46	91.62	4.98
34	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	509677	4413740	53.98	0.41	96.23	0.83
35	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	508887	4413835	51.97	2.26	92.67	4.56
36	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	509125	4414053	52.22	1.60	93.11	3.23
37	Permien Yaşlı Kireçtaşı Blokları	510027	4414571	52.44	1.23	93.50	2.48
38	Akbayır formasyonu	510442	4415255	51.59	2.33	91.97	4.70
39	Akbayır formasyonu	510266	4415347	51.64	4.41	92.09	2.50
40	Gabro	506573	4415768	1.44	3.32	2.57	6.70
41	Gölbaşı formasyonu	507502	4413644	0.56	0.81	1.01	1.64



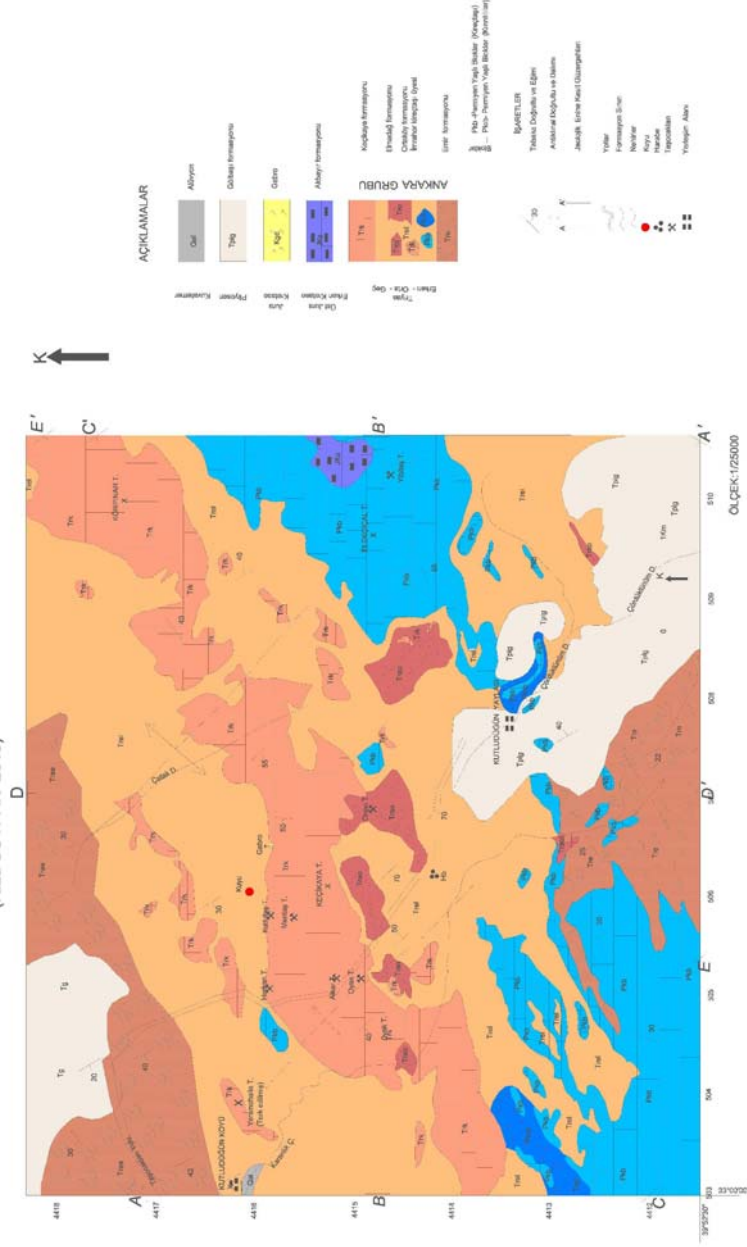
EK:2

ÇALIŞMA ALANINDA TOPLANAN NUMUNELERİN YERLERİ GÖSTEREN HARİTA  
(Rıza SOYPAK 2013)



KUTLUDÜĞÜN DOLAYININ JEOLOJİ HARİTASI  
(Rıza SOYPAK 2013)

EK:3





EK-5



**AKADEMİK ZEMİN ve KAYA MEKANIĞI LABORATUVARI**

Alınteri Bulvarı, 1151.Sokak, Gül 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 59 52



**ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ RAPORU FÖYÜ**

FİRMA ADI **RIZA SOYPAK**  
 NUMUNE YERİ **0-4 mm Malzeme**  
 NUM.GEL.TARİHİ -----  
 RAPOR TARİHİ -----  
 LAB.KAYIT NO -----  
 BAYINDIRLIK K.N. -----

Çukur No :		Alkar	Hurkan	Kutlutaş	Ompo	Oyak	Yibitaş
Geçek Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm <sup>3</sup>	Serbest Halde	1,727	1,733	1,708	1,711	1,722	1,742
Geçek Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm <sup>3</sup>	Sıkışık Halde	1,758	1,764	1,732	1,740	1,731	1,755
Görünür Tane Yoğunluğu (Gs)		2,55	2,60	2,58	2,61	2,62	2,58
Su Emme (%)		1,02	0,52	0,44	0,76	0,78	0,60
Elek Analizi (% GEÇEN)	75 mm (3")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	63,5 mm (2 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	50 mm (2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	37,5 mm (1 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	25 mm (1")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	19,1 mm (3/4")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	12,5 mm (1/2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	9,5 mm (3/8")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	4,75 mm (No.4)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2 mm No.10	72,94	62,17	77,88	79,40	56,54	68,26
	1,18 mm No.16	46,68	40,21	64,25	55,54	38,69	43,32
	0,425 mm No.40	33,68	25,74	50,52	41,66	24,94	31,07
0,150mm No.100	26,68	13,68	39,38	38,34	17,18	19,88	
0,075 mm No.200'den geçen İnce Malzeme %		24,40	11,68	37,73	36,68	13,71	16,71
Şekil İndeksi %							
Yassılık İndeksi %							
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir) DENEY-1		18,9	20,6	19,8	24,3	22,7	23,7
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir) DENEY-2		20,2	19,1	20,6	23,6	21,5	24,4

Deney Sorumlusu  
 Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

Lab. Denetçi Müh.  
 Jeo.Yük.Müh. Yılmaz TUNA  
 Belge No: 12355

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.  
 \*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.  
 \*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.  
 \*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM-56

EK-6



**AKADEMİ ZEMİN ve KAYA MEKANIĞI LABORATUVARI**

Alınteri Bulvarı, 1151.Sokak, Göl 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 59 52



**ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ RAPORU FÖYÜ**

FİRMA ADI **RIZA SOYPAK**  
 NUMUNE YERİ **4-12 mm Malzeme**  
 NUM.GEL.TARİHİ -----  
 RAPOR TARİHİ -----  
 LAB.KAYIT NO -----  
 BAYINDIRLIK K.N. -----

Çukur No :		Alkar	Hurkan	Kutlutaş	Ompo	Oyak	Yibitaş
Geçek Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm <sup>3</sup>	Serbest Halde	1,428	1,432	1,419	1,427	1,421	1,441
Geçek Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm <sup>3</sup>	Sıkışık Halde	1,447	1,452	1,434	1,444	1,439	1,453
Görünür Tane Yoğunluğu (Gs)		2,51	2,58	2,55	2,57	2,54	2,52
Su Emme (%)		0,72	0,20	0,17	0,42	0,33	0,39
Elek Analizi (% GEÇEN)	75 mm(3")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	63,5 mm(2 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	50 mm (2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	37,5 mm (1 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	25 mm (1")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	19,1 mm (3/4")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	12,5 mm (1/2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	9,5 mm(3/8")	87,84	94,97	80,54	74,44	82,69	79,97
	4,75 mm (No.4)	0,00	15,00	0,00	0,00	8,47	0,00
	2 mm No.10	0,00	1,30	0,00	0,00	1,17	0,00
	1,18 mm No.16	0,00	1,15	0,00	0,00	1,11	0,00
	0,425 mm No.40	0,00	1,06	0,00	0,00	0,63	0,00
0,150mm No.100	0,00	0,98	0,00	0,00	0,42	0,00	
0,075 mm No.200'den geçen İnce Malzeme %		0,00	0,97	0,00	0,00	0,30	0,00
Şekil İndeksi %							
Yassılık İndeksi %							
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayini (Sodyum Sülfat-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ile)		7,41	6,86	8,80	7,08	8,10	8,16
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir)		14,7	13,9	18,3	14,7	16,8	16,8

Deney Sorumlusu  
 Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

Lab. Denetçi Müh.  
 Jeo.Yük.Müh. Yılmaz TUNA  
 Belge No: 12355

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.  
 \*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.  
 \*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.  
 \*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM-56

EK-7



**AKADEMİ ZEMİN ve KAYA MEKANIĞI LABORATUVARI**

Alınterci Bulvarı, 1151.Sokak, Gül 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 59 52



**ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ RAPORU FÖYÜ**

FİRMA ADI **RIZA SOYPAK**  
 NUMUNE YERİ **4-12 mm Malzeme**  
 NUM.GEL.TARİHİ \_\_\_\_\_  
 RAPOR TARİHİ \_\_\_\_\_  
 LAB.KAYIT NO \_\_\_\_\_  
 BAYINDIRLIK K.N. \_\_\_\_\_

Çukur No :	Alkar	Hurkan	Kutlutaş	Ompo	Oyak	Yibitaş	
Gevşek Birim Hacim Ağırlık Tayını g/cm <sup>3</sup>	Serbest Halde	1,428	1,432	1,419	1,427	1,421	1,441
Gevşek Birim Hacim Ağırlık Tayını g/cm <sup>3</sup>	Sıkışık Halde	1,447	1,452	1,434	1,444	1,439	1,453
Görünür Tane Yoğunluğu (Gs)		2,51	2,58	2,55	2,57	2,54	2,52
Su Emme (%)		0,72	0,20	0,17	0,42	0,33	0,39
Elek Analizi (% GEÇEN)	75 mm(3")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	63,5 mm(2 <sup>1/2</sup> "	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	50 mm (2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	37,5 mm (1 <sup>1/2</sup> "	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	25 mm (1")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	19,1 mm (3/4")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	12,5 mm (1/2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	9,5 mm(3/8")	87,84	94,97	80,54	74,44	82,89	79,97
	4,75 mm (No.4)	0,00	15,00	0,00	0,00	9,47	0,00
	2 mm No.10	0,00	1,30	0,00	0,00	1,17	0,00
	1,18 mm No.16	0,00	1,15	0,00	0,00	1,11	0,00
	0,425 mm No.40	0,00	1,06	0,00	0,00	0,83	0,00
	0,150mm No.100	0,00	0,98	0,00	0,00	0,42	0,00
0,075 mm No.200'dan geçen İnce Malzeme %	0,00	0,97	0,00	0,00	0,30	0,00	
Şekil İndeksi % DENEY-1	16,2	12,3	13,4	8,0	16,0	20,3	
Şekil İndeksi % DENEY-2	17,7	14,0	16,5	10,9	19,9	24,2	
Yassılık İndeksi % DENEY-1	12,2	7,3	7,5	9,1	7,7	10,6	
Yassılık İndeksi % DENEY-2	12,9	8,5	8,1	8,7	9,0	11,0	
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayını (Sodyum Sülfat-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ile) DENEY-1	7,41	6,86	8,80	7,08	8,10	8,16	
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayını (Sodyum Sülfat-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ile) DENEY-2	8,10	7,48	7,78	7,87	6,94	7,45	
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir) DENEY-1	14,7	13,9	18,3	14,7	16,8	16,8	
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir) DENEY-2	15,2	14,4	17,9	15,8	17,2	17,0	

Deney Sorumlusu  
 Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

Lab. Denetçi Müh.  
 Jeo.Yük.Müh. Yılmaz TUNA  
 Belge No: 12355

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.  
 \*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.  
 \*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.  
 \*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM-56

EK-8



**AKADEMİ ZEMİN ve KAYA MEKANIĞI LABORATUVARI**

Alınteri Bulvarı, 1151.Sokak, Gül 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 59 52



**ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ RAPORU FÖYÜ**

FİRMA ADI **RIZA SOYPAK**  
 NUMUNE YERİ **12-22 mm Malzeme**  
 NUM.GEL.TARİHİ -----  
 RAPOR TARİHİ -----  
 LAB.KAYIT NO -----  
 BAYINDIRLIK K.N. -----

Çukur No :		Alkar	Hurkan	Kutlutaş	Ompo	Oyak	Yibitaş
Geçek Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm <sup>3</sup>	Serbest Halde	1,412	1,415	1,405	1,419	1,418	1,437
Geçek Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm <sup>3</sup>	Sıkışık Halde	1,441	1,444	1,427	1,439	1,429	1,445
Görünür Tane Yoğunluğu (Gs)		2,53	2,57	2,55	2,56	2,58	2,55
Su Emme (%)		0,90	0,18	0,18	0,37	0,48	0,41
Elek Analizi (% GEÇEN)	75 mm(3")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	63,5 mm(2 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	50 mm (2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	37,5 mm (1 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	25 mm (1")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	19,1 mm (3/4")	56,82	53,90	48,30	56,42	52,61	54,06
	12,5 mm (1/2")	0,00	0,00	4,21	10,72	15,17	0,00
	9,5 mm(3/8")	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4,75 mm (No.4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2 mm No.10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,18 mm No.16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,425 mm No.40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,150mm No.100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,075 mm No.200'den geçen İnce Malzeme %		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Şekil İndeksi %							
Yassılık İndeksi %							
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayini (Sodyum Sülfat-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ile)		7,56	6,98	8,92	6,97	8,38	8,22
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir)		14,6	14,9	16,2	17,6	15,0	15,9

Deney Sorumlusu  
 Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

Lab. Denetçi Müh.  
 Jeo.Yük.Müh. Yılmaz TUNA  
 Belge No: 12355

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.  
 \*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.  
 \*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.  
 \*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM-56

EK-9



**AKADEMİ ZEMİN ve KAYA MEKANIĞI LABORATUVARI**

Alınterci Bulvarı, 1151.Sokak, Gül 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 59 52



**ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ RAPORU FÖYÜ**

FİRMA ADI **RIZA SOYPAK**  
 NUMUNE YERİ **12-22 mm Malzeme**  
 NUM.GEL TARİHİ \_\_\_\_\_  
 RAPOR TARİHİ \_\_\_\_\_  
 LAB KAYIT NO \_\_\_\_\_  
 BAYINDIRLIK K.N. \_\_\_\_\_

Çukur No :		Alkar	Hurkan	Kutlutaş	Ompo	Oyak	Yibitaş
Geçek Birim Hacim	Serbest Halde	1,412	1,415	1,405	1,419	1,416	1,437
Ağırlık Tayını g/cm <sup>3</sup>							
Geçek Birim Hacim	Sıkışık Halde	1,441	1,444	1,427	1,439	1,429	1,445
Ağırlık Tayını g/cm <sup>3</sup>							
Görünür Tane Yoğunluğu (Gs)		2,53	2,57	2,55	2,56	2,58	2,55
Su Emme (%)		0,90	0,18	0,18	0,37	0,48	0,41
Elek Analizi (% GEÇEN)	75 mm (3")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	63,5 mm (2 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	50 mm (2")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	37,5 mm (1 <sup>1/2</sup> ")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	25 mm (1")	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	19,1 mm (3/4")	56,82	53,90	48,30	56,42	52,61	54,06
	12,5 mm (1/2")	0,00	0,00	4,21	10,72	15,17	0,00
	9,5 mm (3/8")	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4,75 mm (No.4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2 mm No.10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,18 mm No.16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,425 mm No.40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,150mm No.100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,075 mm No.200'den geçen İnce Malzeme %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Şekil İndeksi %	33,2	20,9	23,3	13,8	19,9	16,9	
Yassılık İndeksi %	10,1	11,0	7,9	13,9	9,3	13,4	
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayını (Sodyum Sülfat-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> İle) DENEY-1	7,56	6,98	8,92	6,97	8,38	8,22	
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayını (Sodyum Sülfat-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> İle) DENEY-2	6,48	6,17	6,87	7,20	7,11	6,99	
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir) DENEY-1	14,6	14,9	16,2	17,6	15,0	15,9	
Los Angeles Aşınma Kaybı (500 Devir) DENEY-2	15,4	15,9	15,7	16,9	15,8	16,2	

Deney Sorumlusu  
 Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

Lab. Denetçi Müh.  
 Jeo. Yük. Müh. Yılmaz TUNA  
 Belge No: 12355

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.

\*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.

\*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.

\*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM-56




**AKADEMİ ZEMİN ve KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

Alimteri Bulvarı, 1151.Sokak, Gül 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 59 52

**AGREGADA SU EMME VE ÖZGÜL AĞIRLIK TAYINI DENEY FÖYÜ**


Rapor Tarihi

 Firma Adı  
 Numune Yeri  
 Deney Standardı

ASTM C 128

Ocak adı	Numune No.	Derinlik	Doğal Kuru Num. Kütle (g)	Pik+Den. Num+Su Küt. (g)	Pik+Su Kütle (g)	Numune Kuru Kütle (g)	Suda bekletilmiş Num. Su İçindeki Kütle (g)	Doğal Kuru Num. Kütle (g)	Etüve Kur. Num. Kütle (g)	Görünür Tane Yoğunluğu Gs	Su Emme Oranı (%)
Altkar	0-4mm		506,0	1741,2	1436,9	500,9	1336,6	2236,4	2230,4	2,55	1,02
	4-12mm						1341,5	2238,6	2218,7	2,53	0,90
	12-22mm									2,60	0,52
Hurkan	0-4mm		503,3	1726,8	1419,5	500,9	1305,6	2136,9	2132,7	2,58	0,20
	4-12mm						1326,4	2175,5	2171,5	2,57	0,18
	12-22mm									2,58	0,44
Kuhutuş	0-4mm		503,1	1715,6	1409,8	500,9	1342,6	2212,3	2208,6	2,55	0,17
	4-12mm						1315,2	2168,8	2164,6	2,55	0,18
	12-22mm									2,81	0,76
Ompo Madencilik	0-4mm		504,7	1736,6	1427,7	500,9	1315,4	2162,2	2153,2	2,57	0,42
	4-12mm						1350,1	2221,3	2213,1	2,56	0,37
	12-22mm									2,62	0,78
Oyak Beton	0-4mm		504,8	1735,5	1425,7	500,9	1336,5	2208,5	2201,3	2,54	0,33
	4-12mm						1324,3	2174,6	2164,3	2,58	0,48
	12-22mm									2,58	0,60
Yiblaş	0-4mm		503,6	1750,4	1452,6	500,6	1335,8	2221,3	2212,7	2,52	0,39
	4-12mm									2,55	0,41
	12-22mm						1332,0	2198,8	2199,8	2,55	0,41

Deney Sorumlusu

Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

Lab. Denetçi Müh.

Jeo. Yük. Müh. Yılmaz TUNA

Belge No: 12355

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.

\*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.

\*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kimsen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.

\*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca Yayı Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM 69


**AKADEMİ ZEMİN ve KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

Alınteri Bulvarı, 1151.Sokak, Gül 86 Sitesi, No: 1/80 Ostim / ANKARA

Tel: 0 312 385 67 67, Faks: 0 312 385 39 52

**AGREGADA SU EMME VE ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ DENEY FÖYÜ**


Rapor Tarihi

 Firma Adı  
 Numune Yeri  
 Deney Standartı

ASTM C 128

Ocak adı	Numune No.	Doğal Kuru Num. (g)	Pik+Den. Num+Su Küt. (g)	Pik+Su Kütlesi (g)	Numune Kuru Kütlesi (g)	Suda bekletilmiş Num. Su İçindeki Kütlesi (g)	Doğal Kuru Num. Kütlesi (g)	Elüvide Kur. Num. Kütlesi (g)	Görünür Tane Yoğunluğu Gs	Su Emme Oranı (%)
Alıkar	0-4mm-2.deney	504,3	1701,1	1396,6	500,1	1321,6	2178,8	2186,6	2,56	0,84
	4-12mm-2.deney					1332,3	2161,2	2154,1	2,62	0,81
	12-22mm-2.deney								2,49	0,33
Hurkan	0-4mm-2.deney	501,5	1754,2	1454,5	500,3	1321,1	2212,2	2186,9	2,51	0,80
	4-12mm-2.deney					1342,2	2223,3	2213,6	2,54	0,44
	12-22mm-2.deney								2,56	0,50
Kutulaş	0-4mm-2.deney	503,6	1735,1	1429,9	501,1	1289,9	2116,6	2109,6	2,57	0,33
	4-12mm-2.deney					1313,3	2142,5	2138,7	2,59	0,18
	12-22mm-2.deney								2,51	0,82
Omipo Madencilik	0-4mm-2.deney	504,6	1716,6	1415,8	500,5	1332,6	2223,1	2207,4	2,52	0,71
	4-12mm-2.deney					1275,5	2112,3	2098,9	2,55	0,64
	12-22mm-2.deney								2,56	1,20
Oyak Beton	0-4mm-2.deney	506,6	1792,1	1487,4	500,6	1312,3	2168,4	2146,6	2,57	1,06
	4-12mm-2.deney					1300,3	2132,3	2111,8	2,60	0,87
	12-22mm-2.deney								2,55	0,80
Yibitaş	0-4mm-2.deney	504,4	1770,1	1466,3	500,4	1306,6	2151,0	2136,7	2,57	0,87
	4-12mm-2.deney					1341,1	2185,5	2182,2	2,59	0,81
	12-22mm-2.deney									

 Deney Sorumlusu  
 Jeoloji Müh. Sertan DEMİR

 Lab. Denetçi Müh.  
 Jeo.Yük.Müh. Yılmaz TUNA  
 Belge No: 12365

\*Adres bilgileri firma beyanıdır.

\*Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.

\*Deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kimsen kopyalanamaz ve dağıtılamaz.

\*Laboratuvarımız 4708 Sayılı Kanun Gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 17/10/2003 tarih ve 67 No' lu Laboratuvar İzin Belgesine Sahiptir.

FORM 69

Mentüş, Onpo ve Yibitaş Taşocaklarından Alınan Numune Üzerinde Yapılan Elek Analizleri																
Mentüş Taşocağı																
Elek açıklığı (mm)	0-4 mm			4-12 mm			12-22 mm			4-12 mm			12-22 mm			
	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Elek açıklığı (mm)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Elek açıklığı (mm)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)
4	0	0	100													
2	365,7	31,8	68,2	11,2	10	90	22,4	455	10	455	90					
1	557,75	48,5	51,5	8	1582,7	49	16	2320	40	2320	40					
0,5	759	66	34	5,6	2951,7	79	21	4504,5	99	4504,5	99					
0,25	920	80	20	4	3003,9	93	7	4504,5	99	4504,5	99					
0,125	989	86	14	2	3204,16	96,2	0,8	4550	100	4550	100					
0,063	1058	92	8	0,063	3230	100	0	4550	100	4550	100					
<b>Toplam Kuru Ağırlığı (gr)</b>	<b>1150</b>			<b>3230</b>			<b>4550</b>			<b>3230</b>			<b>4550</b>			
Numunenin Alındığı Yer: Döküm Sahası																
Onpo Taşocağı																
Elek açıklığı (mm)	0-4 mm			4-12 mm			12-22 mm			4-12 mm			12-22 mm			
	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Elek açıklığı (mm)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Elek açıklığı (mm)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)
4	32,1	3	97													
2	385,99	31,9	68,1	8	2498,1	95,1	4,9	3091,62	71,4	3091,62	71,4					
1	670,34	55,4	44,6	5,6	3069	99	1	4273,71	98,7	4273,71	98,7					
0,5	848,21	70,1	29,9	4	3100	100	0	4330	100	4330	100					
0,25	949,85	78,5	21,5	2	3100	100	0	4330	100	4330	100					
0,125	1041,81	86,1	13,9	0,063	3100	100	0	4330	100	4330	100					
0,063	949,09	88,7	11,3	0,063	3025	100	0,0	4200	100	4200	100					
<b>Toplam Kuru Ağırlığı (gr)</b>	<b>1070</b>			<b>3025</b>			<b>4200</b>			<b>3025</b>			<b>4200</b>			
Numunenin Alındığı Yer: Döküm Sahası																
Yibitaş Taşocağı																
Elek açıklığı (mm)	0-4 mm			4-12 mm			12-22 mm			4-12 mm			12-22 mm			
	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Elek açıklığı (mm)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)	Elek açıklığı (mm)	Geçen (%)	Kalan (gr)	Kalan (%)	Geçen (%)
4	0	0	100													
2	385,99	31,9	68,1	8	2498,1	95,1	4,9	3091,62	71,4	3091,62	71,4					
1	670,34	55,4	44,6	5,6	3069	99	1	4273,71	98,7	4273,71	98,7					
0,5	848,21	70,1	29,9	4	3100	100	0	4330	100	4330	100					
0,25	949,85	78,5	21,5	2	3100	100	0	4330	100	4330	100					
0,125	1041,81	86,1	13,9	0,063	3100	100	0	4330	100	4330	100					
0,063	1210	100	0	0,063	3100	100	0	4330	100	4330	100					
<b>Toplam Kuru Ağırlığı (gr)</b>	<b>1210</b>			<b>3100</b>			<b>4330</b>			<b>3100</b>			<b>4330</b>			

EK-13

POLAT BETON		AGREGA ÖZGÜL AĞIRLIĞI VE ABSORPSİYON %'Sİ				
MALZEMEİN ÇİNSİ VE TANIMI :	_____	NUMUNE NO :	_____			
KAYNAĞI :	MENTAS MAD.	ALINIŞ TARİHİ :	_____			
KULLANILAN TESİS veya PROJE :	_____	DENEY TARİHİ :	_____			
(12/22) mm K.TAŞ						
$M_1$ - Doğgun ve havada kurutulmuş malzeme kütlesi gr.	1000	1000	ORTALAMA			
$M_2$ - Piknometrenin + Deneysel numunesi + Su kütlesi gr.	3448,1	3883,4				
$M_3$ - Piknometrenin + Su kütlesi gr.	2820,3	3254,2				
$M_4$ - Etüvde Kurutulmuş Deneysel numunesinin gr.	995,4	995,8				
$P_1$ - $\frac{M_2}{M_2 - (M_1 - M_3)}$ : Görünür Tane Yoğunluğu	2,71	2,72		2,71		
$P_2$ - $\frac{M_3}{M_3 - (M_1 - M_4)}$ : Kuru Tane Yoğunluğu	2,67	2,69		2,68		
$P_3$ - $\frac{M_4}{M_4 - (M_1 - M_4)}$ : Doğgun kuru yüzey tane yoğunluğu	2,69	2,70		2,69		
$W_{1,2}$ - $\frac{100 \times (M_2 - M_1)}{M_1}$ : Su emme oranı	0,46	0,42		0,44		
(8/12) mm K.TAŞ						
$M_1$ - Doğgun ve havada kurutulmuş malzeme kütlesi gr.	1000	1000	ORTALAMA			
$M_2$ - Piknometrenin + Deneysel numunesi + Su kütlesi gr.	3449,4	3882,4				
$M_3$ - Piknometrenin + Su kütlesi gr.	2820,3	3254,2				
$M_4$ - Etüvde Kurutulmuş Deneysel numunesinin gr.	995,3	996,6				
$P_1$ - $\frac{M_2}{M_2 - (M_1 - M_3)}$ : Görünür Tane Yoğunluğu	2,72	2,71		2,71		
$P_2$ - $\frac{M_3}{M_3 - (M_1 - M_4)}$ : Kuru Tane Yoğunluğu	2,68	2,68		2,68		
$P_3$ - $\frac{M_4}{M_4 - (M_1 - M_4)}$ : Doğgun kuru yüzey tane yoğunluğu	2,70	2,69		2,69		
$W_{1,2}$ - $\frac{100 \times (M_2 - M_1)}{M_1}$ : Su emme oranı	0,47	0,34		0,41		
(0/4) mm K.TAŞ						
$M_1$ - Suya Doğgun Yüzeyi Kurutulmuş malzeme kütlesi gr.	500	186,5	ORTALAMA			
$M_2$ - Piknometrenin + Deneysel numunesi + Su kütlesi gr.	1548,6	750,2				
$M_3$ - Piknometrenin + Su kütlesi gr.	1237	634,2				
$M_4$ - Etüvde Kurutulmuş Deneysel numunesinin gr.	492,9	182,9				
$P_1$ - $\frac{M_2}{M_2 - (M_1 - M_3)}$ : Görünür Tane Yoğunluğu	2,72	2,71		2,71		
$P_2$ - $\frac{M_3}{M_3 - (M_1 - M_4)}$ : Kuru Tane Yoğunluğu	2,62	2,61		2,61		
$P_3$ - $\frac{M_4}{M_4 - (M_1 - M_4)}$ : Doğgun kuru yüzey tane yoğunluğu	2,65	2,65		2,65		
$W_{1,2}$ - $\frac{100 \times (M_2 - M_1)}{M_1}$ : Su emme oranı	1,44	1,41		1,43		
AGREGA GEVŞEK YIĞIN YOĞUNLUĞU VE BOŞLUK %'Sİ (Pb-Mg/m <sup>3</sup> )						
	(0/4) mm K.TAŞ		(8/12) mm K.TAŞ		(12/22) mm K.TAŞ	
	GEVŞEK		GEVŞEK		GEVŞEK	
$V$ - Ölçünün hacmi dm <sup>3</sup>	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
$M_1$ - Ölçünün boş ağırlığı kg.	3,734	3,734	3,734	3,734	3,734	3,734
$M_2$ - Ölçü kabı ve deneysel numunesi kg.	15,63	15,6	14,100	14,850	13,235	13,23
$P_b$ - Agreganın birim ağırlığı kg/m <sup>3</sup>	1,276	1,271	1,547	1,540	1,418	1,417
$P_b$ - $\frac{M_2 - M_1}{V}$	1,273	1,271	1,543	1,540	1,418	1,417
$V$ -Boşluk yüzdesi-100X $\frac{P_p - P_b}{P_p}$	32,1		42,5		47,1	
AGREGA SIKIŞIK YIĞIN YOĞUNLUĞU VE BOŞLUK %'Sİ (Pp-Mg/m <sup>3</sup> )						
	(0/4) mm K.TAŞ		(8/12) mm K.TAŞ		(12/22) mm K.TAŞ	
	SIKIŞIK		SIKIŞIK		SIKIŞIK	
$V$ - Ölçünün hacmi dm <sup>3</sup>	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
$M_1$ - Ölçünün boş ağırlığı gr.	3,734	3,734	3,734	3,734	3,734	3,734
$M_2$ - Ölçü kabı ve deneysel numunesi kg.	17,2	17,23	14,63	14,6	14,51	14,5
$P_b$ - Agreganın birim ağırlığı kg/m <sup>3</sup>	2,010	2,014	1,626	1,622	1,608	1,607
$P_p$ - $\frac{M_2 - M_1}{V}$	2,012	2,014	1,624	1,622	1,608	1,607
$V$ -Boşluk yüzdesi-100X $\frac{P_p - P_b}{P_p}$	23,0		29,4		40,0	
Deneyi Yapan Hakkı ERGİSİLBERK Laborant		Deneyi Yapan Geyya SÖRMEZ Kalite Kontrol Mud.				

FORM NO : F-21 - F/8

EK-14

POLAT BETON		AGREGALARIN ŞEKİL İNDİSİ TAYİNİ FORMU TS 3814 EN 933-4						
MALZEMENİN CİNSİ VE TANIMI : KIRMATAŞ KAYNAGI : MENTAŞ MAD.								
NUMUNE : (11,2/22,4)			Tane Sınıfı : (di/Di)			11,2/22,4		
1. DENEY SONUÇLARI								
di (mm)	2di (mm)	Di (mm)	Di ≤2di eşitliği kontrol	Etüve Konan Miktar (gr)	Etüv Kuruğu (gr)	Deneye Alınan Kütle M1 (g)	Kübik Olmayan Tanelerin Kütleleri M2 (gr)	Şekil İndisi % S1 = (M2/M1)x100
11,2	22,4	22,4	22,4 = 22,4	2010	2000	915	161,7	17,7
					Nem %			
					0,5			
NUMUNE : (4/11,2)			Tane Sınıfı : (di/Di)			4/11,2		
DENEY SONUÇLARI								
di (mm)	2di (mm)	Di (mm)	Di ≤2di eşitliği kontrol	Etüve Konan Miktar (gr)	Etüv Kuruğu (gr)	11,2 mm Elekte Kalan (gr)	4 mm Elekten Geçen (g)	Deneye Alınan Kütle Mo (g)
4	8	11,2	11,2 > 8	1005	1000	140	15	845
			E H			Nem %	Kalan %	Geçen %
						0,5	14,0	1,5
8 mm den Eleme Sonrası Di ≤2di eşitliğini sağlayan tane sınıfları di/Di (mm)		Eleme Sonrası Kütle M1 (gr)	M1 ve M2 nin Mo kütlelerine Yüzdeleri (M1/Mo)x100	Kübik olmayan tanelerin kütleleri M2 (gr)	% S1i (M2/M1)x100	Şekil İndisi % S1 (4/11,2)		
( 8/11,2 )		M1 (8/11,2)	V (8/11,2)	M2 (8/11,2)	S1 (8/11,2)	11.1		
		460	54,4	44,4	9,7			
(4/8)		M1 (4/8)	V (4/8)	M2 (4/8)	S1 (4/8)			
		385	45,6	49,6				
		¼ M1 (4/8)		1/4 M2 (4/8)				
		100		12,4	12,8			
DENEYİ YAPAN				KONTROL EDEN				
HAKKI ERASLANKLIÇ				GEYSU SONMEZ				
LABORANT				KALİTE KONTROL MÜD.				

## EK-15

POLAT BETON		AGREGALARIN ŞEKİL İNDİSİ TAYİNİ FORMU TS 3814 EN 933-4						
MALZEMENİN CİNSİ VE TANIMI : KIRMATAŞ KAYNAĞI : MENTAŞ MAD.								
NUMUNE : (11,2/22,4)			Tane Sınıfı : (di/Di)			11,2/22,4		
<b>2. DENEY SONUÇLARI</b>								
di (mm)	2di (mm)	Di (mm)	Di ≤2di eşitliği kontrol	Etüve Konan Miktar (gr)	Etüv Kuru (gr)	Deneye Alınan Kütle M1 (g)	Kübik Olmayan Tanelerin Kütle M2 (gr)	Şekil İndisi % SI = (M2/M1)x100
11,2	22,4	22,4	22,4 = 22,4	2010	2000	915	90	9,8
					Nem %			
					0,5			
NUMUNE : (4/11,2)			Tane Sınıfı : (di/Di)			4/11,2		
<b>DENEY SONUÇLARI</b>								
di (mm)	2di (mm)	Di (mm)	Di ≤2di eşitliği kontrol	Etüve Konan Miktar (gr)	Etüv Kuru (gr)	11,2 mm Elekte Kalan (gr)	4 mm Elekten Geçen (g)	Deneye Alınan Kütle Mo (g)
4	8	11,2	11,2 > 8	1005	1000	140	15	845
			<b>E</b> H		Nem %	Kalan %	Geçen %	
					0,5	14,0	1,5	
8 mm den Eleme Sonrası Di ≤2di eşitliğini sağlayan tane sınıfları di/Di (mm)			Eleme Sonrası Kütle M1 (gr)	M1 ve M2 nin Mo kütlelerine Yüzdesi (M1/Mo)X100	Kübik olmayan tanelerin kütle M2 (gr)	% S1i (M2/M1)X100	Şekil İndisi % SI (4/11,2)	
(8/11,2)			M1 (8/11,2)	V (8/11,2)	M2 (8/11,2)	S1 (8/11,2)	9,4	
			445	52,7	39	8,8		
(4/8)			M1 (4/8)	V (4/8)	M2 (4/8)	S1 (4/8)		
			400	47,3	40	40		
			¼ M1 (4/8)		1/4 M2 (4/8)			
			100		10			
<b>DENEYİ YAPAN</b>				<b>KONTROL EDEN</b>				
MURAT UNAL				GEYSU SONMEZ				
LABORANT				KALİTE KONTROL MÜD.				

**EK-16**

YASSILIK İNDEKSİ TAYİNİ				
Numune Boyutu: 4–12 mm		1.Deney	Mentaş taşocağı	
Elek Açıklığı (mm)	% Geçen	% Kalan	Düzeltilmiş Gradasyon	
			% Geçen	% Kalan
19	100		100	0
12	98	2	94	6
9,5	84	14	52	42
6,3	67	17	0	52
		Toplam= 33		Toplam =100
Elek Açıklığı (mm)	Deneye Alınan Malzeme (gr)	Yassı Dane ağırlığı (gr)	Yassı Dane Yüzdesi	Düzeltilmiş Yassı Dane Yüzdesi
19/12,5	1000	210	21	1,26
12.5/9.5	500	24	10,6	4,45
9.5/6.3	250	16	6,4	3,3
Toplam	Gradasyon			<b>Toplam = 9</b>


YASSILIK İNDEKSİ TAYİNİ				
Numune Boyutu: 4–12 mm		2.Deney	Mentaş taş ocağı	
Elek Açıklığı (mm)	% Geçen	% Kalan	Düzeltilmiş Gradasyon	
			% Geçen	% Kalan
19	100		100	0
12	97	3	90	10
9,5	85	12	52	38
6,3	69	16	0	52
		Toplam=31		Toplam =100
Elek Açıklığı (mm)	Deneye Alınan Malzeme (gr)	Yassı Dane Ağırlığı (gr)	Yassı Dane Yüzdesi	Düzeltilmiş Yassı Dane Yüzdesi
19/12,5	1000	193	19,3	1,93
12.5/9.5	500	45	6,8	2,6
9.5/6.3	250	22	6,4	4,6
Toplam	Gradasyon			<b>Toplam = 9,1</b>

EK-17

YASSILIK İNDEKSİ TAYİNİ				
Numune Boyutu: 12–22 mm		1.Deney		Mentaş taş ocağı
				Düzeltilmiş Gradasyon
Elek Açıklığı (mm)	% Geçen	% Kalan	% Kalan	% Geçen
25,4	100	0	100	
19	96	4	91,3	8,7
12	90,5	5,5	79,3	12
9,5	79,2	11,3	54,7	24,6
6,3	54	25,2	0	54,7
		Toplam= 46		Toplam =100
Elek Açıklığı (mm)	Deneye Alınan Malzeme (gr)	Yassı Dane Ağırlığı (gr)	Yassı Dane Yüzdesi	Düzeltilmiş Yassı Dane Yüzdesi
25,4/19	2500	124	4,96	0,4
19/12,5	1000	232	23,2	2,8
12,5/9,5	500	86	17,2	4,2
9,5/6,3	250	30	12	6,5
Toplam Gradasyon			<b>Toplam =13,9</b>	
YASSILIK İNDEKSİ TAYİNİ				
Numune Boyutu: 12–22 mm		2.Deney		Mentaş taş ocağı
				Düzeltilmiş Gradasyon
Elek Açıklığı (mm)	Geçen %	Kalan %	Geçen %	Kalan %
25,4	100	0	100	
19	97	3	92,7	7,3
12	91	6	78,1	14,6
9,5	78	13	60	31,7
6,3	59	19	0	46,4
		Toplam=41		Toplam =100
Elek Açıklığı (mm)	Deneye Alınan Malzeme (gr)	Yassı Dane ağırlığı Kütlesi (gr)	Yassı Dane Yüzdesi	Düzeltilmiş Yassı Dane Yüzdesi
25,4/19	2500	105	4,2	0,3
19/12,5	1000	253	25,3	3,7
12,5/9,5	500	68	13,4	4,3
9,5/6,3	250	28	11,2	5,2
Toplam Gradasyon			<b>Toplam =13,5</b>	




## EK-18

BETON AGREGALARINDA ÇOK İNCE MALZEME MUHTEVASI TAYİNİ			
TS 3530 EN 933-1			
			
Malzemenin Menşei	: MENTAŞ MADENCİLİK		
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ		
Alınış Tarihi			
Deney Tarihi			
Deney No			
MALZEME SINIFLARI			
	0-4 mm	4-11,2 mm	11,2-22,4 mm
KURU AĞIRLIK			
A (gr)	500	1000	1000
DENEY SONRASI			
KURU AĞIRLIK			
B (gr)	440	999	994
İNCE MADDE			
AĞIRLIĞI (gr)	60	1	6
A-B = C			
İNCE MADDE ORANI			
(%)	<b>12,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,60</b>
C/A X 100			
<u>Notlar:</u>	ŞARTNAMEYE GÖRE İNCE MADDE ORANI		
	0/4 mm İÇİN % 3,0 MAX.		
	4/11,2 mm VE 11,2/22,4 mm İÇİN % 1,5 MAX.		
	METİLEN MAVİSİ DENEYİ YAPILMASI GEREKMEKTEDİR		
<u>DENEYİ YAPAN</u>			
Adı ve Soyadı	: MURAT ÜNAL		
Ünvanı	: Lab. Elemanı		
İmza	:		
	KALİTE KONTROL MÜDÜRÜ		
	Geysu SÖNMEZ		
	Jeoloji Mühendisi		
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz.			




## EK-20


	DOKÜMAN NO:	
	TARİH :	
	REVİZYON NO :	
	REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>		
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>		
<b>TS EN 933-9</b>		
Malzemenin Menşei	: KUTLUTAŞ MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi		
Deney Tarihi		
Deney No		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)	<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltinin hacmi	<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı	<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	12
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri	<b>MB= <math>\frac{V_1-V'}{M_1} \times 10</math></b>	<b>0,60</b>
<u>Notlar:</u>	MB ≤ 1,5	
<b>DENEYİ YAPAN</b>		
Adı ve Soyadı	: EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	: LAB. ELEMANI	
İmza	:	
		KALİTE KONTROL MÜD.
		GEYSU SÖNMEZ
		JEOLOJİ MÜHENDİSİ
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz.		




## EK-22

	DOKÜMAN NO:	
	TARİH :	
	REVİZYON NO :	
	REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>		
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>		
<b>TS EN 933-9</b>		
Malzemenin Menşei	: MENTAŞ MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi		
Deney Tarihi		
Deney No		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)	<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltinin hacmi	<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı	<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	12
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri	$MB = \frac{V_1 - V'}{M_1} \times 10$	<b>0,60</b>
<u>Notlar :</u>	MB ≤ 1,5	
<b>DENEYİ YAPAN</b>		
Adı ve Soyadı	: EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	: LAB. ELEMANI	
İmza	:	
KALİTE KONTROL MÜD. GEYSU SÖNMEZ JEOLOJİ MÜHENDİSİ		
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz		

## EK-23

	DOKÜMAN NO:	
	TARİH :	
	REVİZYON NO :	
	REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>		
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>		
<b>TS EN 933-9</b>		
Malzemenin Menşei	: MENTAŞ MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi		
Deney Tarihi		
Deney No		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)	<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltilinin hacmi	<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı	<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	14
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri	$MB = \frac{V_1 - V'}{M_1} \times 10$	<b>0,70</b>
<u>Notlar:</u>	MB ≤ 1,5	
<b>DENEYİ YAPAN</b>		
Adı ve Soyadı	: EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	: LAB. ELEMANI	
İmza	:	
		KALİTE KONTROL MÜD.
		GEYSU SÖNMEZ
		JEOLojİ MÜHENDİSİ
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz		

## EK-24


	DOKUMAN NO:	
	TARİH :	
	REVİZYON NO :	
	REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>		
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>		
<b>TS EN 933-9</b>		
Malzemenin Menşei	: MENTAŞ MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi		
Deney Tarihi		
Deney No		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)	<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltilerin hacmi	<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı	<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	20
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri	$MB = \frac{V_1 - V'}{M_1} \times 10$	<b>1,00</b>
Notlar :	MB ≤ 1,5	
<b>DENEYİ YAPAN</b>		
Adı ve Soyadı	: EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	: LAB. ELEMANI	
İmza	:	
KALİTE KONTROL MÜD. GEYSU SÖNMEZ JEOLOJİ MÜHENDİSİ		
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz		








EK-27

	DOKÜMAN NO:	
	TARİH :	
	REVİZYON NO :	
	REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>		
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>		
<b>TS EN 933-9</b>		
Malzemenin Menşei	: HURKAN MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi		
Deney Tarihi		
Deney No		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)	<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltinin hacmi	<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı	<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	12
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri	<b>MB= <math>\frac{V_1 - V'}{M_1} \times 10</math></b>	<b>0,60</b>
Notlar:	MB ≤ 1,5	
<b>DENEYİ YAPAN</b>		
Adı ve Soyadı	: EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	: LAB. ELEMANI	
İmza	:	
KALİTE KONTROL MÜD. GEYSU SÖNMEZ JEOLOJİ MÜHENDİSİ		
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz.		



## EK-29


	DOKUMAN NO:	
	TARİH :	
	REVİZYON NO :	
	REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>		
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>		
<b>TS EN 933-9</b>		
Malzemenin Menşei	: ALKAR MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	: KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi		
Deney Tarihi		
Deney No		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)	<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltinin hacmi	<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı	<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	14
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri	<b>MB= <math>\frac{V_1 - V'}{M_1} \times 10</math></b>	<b>0,70</b>
<u>Notlar:</u>	MB ≤ 1,5	
<b>DENEYİ YAPAN</b>		
Adı ve Soyadı	: EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	: LAB. ELEMANI	
İmza	:	
		KALİTE KONTROL MÜD. GEYSU SÖNMEZ JEOLOJİ MÜHENDİSİ
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz.		







## EK-33

		DOKÜMAN NO:	
		TARİH :	
		REVİZYON NO :	
		REV. TARİHİ :	
<b>BETON AGREGALARINDA İNCE MADDELERİN TAYİNİ</b>			
<b>METİLEN MAVİSİ DENEYİ</b>			
<b>TS EN 933-9</b>			
Malzemenin Menşei	:	ONPO MADENCİLİK	
Malzemenin Cinsi	:	KIRMATAŞ (0-4)	
Alınış Tarihi	:		
Deney Tarihi	:		
Deney No	:		
(0-4) mm'lik deney numunesi kısmının kuru kütlesi (en yakın gram olarak)		<b>M<sub>1</sub> (g)</b>	200
Kaolinit tarafından (eğer kullanılmışsa) adsorplanan çözeltilinin hacmi		<b>V' (mL)</b>	0
İlave edilen boya çözeltisinin toplam miktarı		<b>V<sub>1</sub> (mL)</b>	12
(0-4) mm aralığının beher kilogramı başına gram cinsinden boya miktarı olarak ifade edilen MB değeri		$MB = \frac{V_1 - V'}{M_1} \times 10$	<b>0,60</b>
<u>Notlar:</u>	MB ≤ 1,5		
<b>DENEYİ YAPAN</b>			
Adı ve Soyadı	:	EMRAH BÜYÜKÇAKMAK	
Ünvanı	:	LAB. ELEMANI	
İmza	:		
			KALİTE KONTROL MÜD. GEYSU SÖNMEZ JEOLOJİ MÜHENDİSİ
Bu Rapor Laboratuvarımıza getirilen numuneyi kapsar. İzin alınmadan çoğaltılamaz.			















**EK-40**

SODYUM SÜLFAT İLE DAYANIKLILIK TAYİNİ							
Numune Boyutu:		4 –12 mm		1.Deney	Mentaş taş ocağı		
Elek No		Esas Granülometri	Deney Numunesi Kütlesi	Yıkama Elekları	Deney Sonu Kütle	Agrega Kütle Kaybı	Düzeltilmiş Kütle Kaybı
İnç	mm	%	g	mm	g	%	%
21/2"-2"	63/50	0	3000	1 0 1/4" (31.5)	0	100	0
2"-11/2"	50/37.5		2000				
11/2"-1"	37.5/25		1000	5/8" (16.0)			100
1"-3/4"	25/19	1,7	500		934		
3/4"-1/2"	19/12,5		670	5/16" (8.0)		100	
1/2"-3/8"	12.5/9.5		330			6,66	0,11
3/8"-4"	9.5/4.75	98,3	300	#5 (4mm)	287,8	4,06	3,99
<4"	4.75						
Toplam Gradasyon:		100				<b>İri Agregaya Kaybı:</b>	<b>4,10</b>
SODYUM SÜLFAT İLE DAYANIKLILIK TAYİNİ							
Numune Boyutu:		4–12 mm		2.Deney	Mentaş taş ocağı		
Elek No		Esas Granülometri	Deney Numunesi Kütlesi	Yıkama Elekları	Deney Sonu Kütle	Agrega Kütle Kaybı	Düzeltilmiş Kütle Kaybı
İnç	mm	%	g	mm	g	%	%
21/2"-2"	63/50	0	3000	1 0 1/4" (31.5)	0	100	0
2"-11/2"	50/37.5		2000				
11/2"-1"	37.5/25		1000	5/8" (16.0)			100
1"-3/4"	25/19	6,7	500		955,3		
3/4"-1/2"	19/12,5		670	5/16" (8.0)		100	
1/2"-3/8"	12.5/9.5		330			4,5	0,3
3/8"-4"	9.5/4.75	93,3	300	#5 (4mm)	285,4	4,8	4,6
<4"	4.75						
Toplam Gradasyon:		100				<b>İri Agregaya Kaybı:</b>	<b>4,90</b>

**EK-41**

SODYUM SÜLFAT İLE DAYANIKLILIK TAYİNİ								
Numune Boyutu:		12-22 mm		1.Deney	Mentaş taş ocağı			
Elek No		Esas Granülometri		Deney Numunesi Kütlesi	Yıkama Elekları	Deney Sonu Kütle	Agrega Kütle Kaybı	Düzeltilmiş Kütle Kaybı
İnç	mm	%		g	mm	g	%	%
21/2"-2"	63/50	0		3000	1 0 1/4" (31.5)	0	100	0
2"-11/2"	50/37.5	0		2000				
11/2"-1"	37.5/25	0		1000	5/8" (16.0)	0	100	0
1"-3/4"	25/19	0		500				
3/4"-1/2"	19/12,5	4,8		670	5/16" (8.0)	956	100	0
1/2"-3/8"	12.5/9.5	15,3		330		932	6,8	1
3/8"-4"	9.5/4.75	84,7		300	#5 (4mm)	286,9	4,37	3,7
<4"	4.75							
Toplam Gradasyon		100					<b>İri Agregaya Kaybı:</b>	<b>4,20</b>
SODYUM SÜLFAT İLE DAYANIKLILIK TAYİNİ								
Numune Boyutu:		12-22 mm		2.Deney	Mentaş taş ocağı			
Elek No		Esas Granülometri		Deney Numunesi Kütlesi	Yıkama Elekları	Deney Sonu Kütle	Agrega Kütle Kaybı	Düzeltilmiş Kütle Kaybı
İnç	mm	%		g	mm	g	%	%
21/2"-2"	63/50	0		3000	1 0 1/4" (31.5)	0	100	0
2"-11/2"	50/37.5	0		2000				
11/2"-1"	37.5/25	0		1000	5/8" (16.0)	0	100	0
1"-3/4"	25/19	0		500				
3/4"-1/2"	19/12,5	15,3		670	5/16" (8.0)	932	6,8	1
1/2"-3/8"	12.5/9.5	84,7		330		286,9	4,37	3,7
3/8"-4"	9.5/4.75	84,7		300	#5 (4mm)	286,9	4,37	3,7
<4"	4.75							
Toplam Gradasyon		100					<b>İri Agregaya Kaybı:</b>	<b>4,70</b>